



O'zbekiston

# KONCHILIK XABARNOMASI

# 1

№ 72

ILMIY-TEXNIK VA ISHLAB CHIQRISH JURNALI

Yanvar - Mart 2018

Ilmiy-texnik va ishlab chiqarish jurnali  
1997 yil iyul oyida asos solingan bo'lib jurnal  
uch oyda bir marta chiqadi

**Ta'asischilar:**

Navoiy kon-metallurgiya kombinati Davlat korxonasi,  
Navoiy davlat konchilik instituti,  
O'zbekiston geotexnologiya va rangli metallurgiya  
ilmiy-tadqiqot va qidiruv - loyihalashtirish instituti  
«O'zGEORANGMETLITI»

**Moliyaviy qo'llab quvvatlovchilar:**

«Navoiy KMK» DK, «Olmaliq KMK» OAJ,  
«O'zGEORANGMETLITI» DUK

**Bosh muharrir:**

Norov Yu.D.

**Bosh muharrir o'rinbosari:**

Nasirov U.F.

**Texnik va badiiy muharrir:**

Zairova F.Yu.

**Tahririyat Kengashi:** Akbarov X.A., Abduraxmonov S.A., Bekmurzayev B.B., Belin V.A. (Rossiya), Vorobyov A.G. (Rossiya), Vorobyov A.E. (Rossiya), Gulyamov B.V., Zairov Sh. Sh., Muxiddinov B.F., Misliboev I.T., Maxmudov A.M., Mustakimov O.M., Petrosov Yu.E., Raimjanov B.R., Rakishev B.R. (Kozog'iston), Sayyidkosimov S.S., Sagdieva M.G., Sanakulov K.S., Snitka N.P., Turesebekov A.H., Umarov F.Ya., Farmanov A.K., Shashenko A.N. (Ukraina), Ergashev U.A., Yusuphodjaev A.A., Yakubov M.M.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot Agentligida 2006 yil 13 dekabr kuni ro'yxatga olingan bo'lib qayd etish guvohnomasi № 0033. ISSN 2181-7383, 2013 yil 9 iyul kuni qayta ro'yxatga olingan bo'lib qayd etish guvohnomasi № 01-22/37 S

Jurnalda ma'lumotlar bosilganda dalillar ko'rsatilishi shart

Jurnalda chop etilgan ma'lumot va keltirilgan dalillarning aniqligi uchun muallif javobgardir

**Tahririyat manzili:**

210100, Navoiy shahri, S. Ayni ko'chasi 52,  
NKMK Markaziy loyihalashtirish byurosi  
Tel.: 8 (436) 227-71-14, +99893 521-78-35

**E-mail:** YuD.Norov@ngmk.uz, FY.Zairova@ngmk.uz

**Sayt:** <http://www.ngmk.uz>

**Muqova, dizayn, kompyuter saxifasi:**

Zairova F.Yu.

**Ingliz tiliga tarjima:** Abduraxmanova E.F., Bazarova E.R.

**Jurnalning chop etilishi va elektron shaklini yangilab boruvchi mas'ul:**

Norov Yu.D.

**Chop qilindi:**

NKMK bosmaxonasida  
210100, Navoiy shahri, Janubiy ko'chasi, 52  
Tel. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Nashr etishga 28.02.2018 y. imzolandi

A3 formatda. Adadi 400 nusxa

© O'zbekiston konchilik xabarnomasi 2018

Научно-технический и производственный журнал издаётся с июля 1997 года, выходит один раз в три месяца

**Учредители:**

Государственное предприятие Навоийский горно-металлургический комбинат, Навоийский государственный горный институт, Узбекский научно-исследовательский и проектно-испытательский институт геотехнологии и цветной металлургии «O'zGEORANGMETLITI»

**При финансовой поддержке:**

ГП «Навоийский ГМК», ОАО «Алмалыкский ГМК», ГУП «O'zGEORANGMETLITI»

**Главный редактор:**

Норов Ю.Д.

**Зам. главного редактора:**

Насиров У.Ф.

**Технический и художественный редактор:**

Зайрова Ф.Ю.

**Редакционный Совет:** Акбаров Х.А., Абдурахмонов С.А., Бекмурзаев Б.Б., Белин В.А. (Россия), Воробьев А.Г. (Россия), Воробьев А.Е. (Россия), Гулямов Б.В., Заиров Ш.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Мислибоев И.Т., Махмудов А.М., Мустакимов О.М., Петросов Ю.Э., Раимжанов Б.Р., Ракишев Б.Р. (Казакстан), Сайидкосимов С.С., Сагдиева М.Г., Санакулов К.С., Снитка Н.П., Турсебеков А.Х., Умаров Ф.Я., Фарманов А.К., Шашенко А.Н. (Украина), Эргашев У.А., Юсупходжаев А.А., Якубов М.М.

Журнал зарегистрирован в Узбекском Агентстве по печати и информации. Регистрационное свидетельство за № 0033 от 13 декабря 2006 г. ISSN 2181-7383 рег. № 01-22/37 S от 09.07.2013 г.

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна

За точность фактов и достоверность информации ответственность несут авторы

**Адрес редакции:**

210100, г. Навоий, ул. С. Айна 52,  
Центральное проектное бюро НГМК  
Тел. 8 (436) 227-71-14, +99893 521-78-35

**E-mail:** YuD.Norov@ngmk.uz, FY.Zairova@ngmk.uz

**Сайт:** <http://www.ngmk.uz>

**Обложка, дизайн, компьютерная вёрстка:**

Зайрова Ф.Ю.

**Перевод на английский язык:** Абдурахманова Э.Ф., Базарова Э.Р.

**Ответственный за публикацию и обновление электронной формы журнала:**

Норов Ю.Д.

**Отпечатано:**

в типографии НГМК  
210100, г. Навоий, ул. Южная, 25  
Тел. 8 (436) 227-75-56, 8 (436) 227-80-19

Подписано в печать 28.02.2018 г.

Формат А3. Тираж 400 экз.

© Горный вестник Узбекистана 2018



**GEOTEKNOLOGIYA / GEOTEKNOLOGIYA**

**Санакулов К.С., Арустамян А.М.** К вопросу технологического типа руды, перерабатываемой на Михеевской обогатительной фабрике.....

**Снитка Н.П., Раимжанов Б.Р., Наимова Р.Ш.** Обоснование перспектив вовлечения в переработку вскрышных пород с целью повышения эффективности использования ресурсного потенциала горно-металлургического производства.....

**Исоматов Ю.П., Хасанов О.А.** О трещиноватости массивов горных пород и ее значении при проведении буровзрывных работ в месторождении Ёшлик Алмалыкского рудного района.....

**Махмудов Д.Р.** Определение среднего размера куска взорванных пород при массовых взрывах.....

**Раимжанов Б.Р., Райимов С.С., Наимова Р.Ш.** Исследование напряженного состояния прибортового массива при нагружении откоса отвалом.....

**Равшанов А.Ф., Раимжанов Б.Р., Наимова Р.Ш., Норова Х.Ю.** Обоснование условий безопасного формирования внутреннего отвала карьера Мурунтау.....

**Махмудов Д.Р., Умаров Ф.Я., Очилов Ш.А.** Методика исследования снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород в полигонных условиях.....

**GEOLOGIYA / GEOLOGIYA**

**Юсупов Р.Г., Игамбердиев Э.Э., Якубов С.И.** Ресурсный потенциал Узбекистана на редкие металлы.....

**Турсебеков А.Х., Мирходжаев Б.И.** Формы нахождения золота и серебра в лежалых хвостах Марджанбулакского хвостохранилища.....

**ELEKTROMEXANIKA / ELEKTROMEXANIKA**

**Манглиева Ж.Х., Сидиков М.Н., Хусенова Ф.Х.** Икки роторли компасда шартли боғланишларни амалга ошириш ва уни стабиллаш масаласи.....

**METALLURGIYA VA BOYITISH  
OBOGASHENIE I METALLURGIYA**

**Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Маткаримов С.Т.** Эффективная технология переработки медных шлаков сульфидированием её окисленных соединений.....

**Алимов Р.С., Усенов Р.Б., Юсупходжаев А.М., Алматов И.М.** Применение флотационного метода обогащения для извлечения металлов из отвальных хвостов медно-обогатительной фабрики АГМК.....

**Донияров Н.А., Тагаев И.А., Муратов И.Н., Муродов Ш.А.** Проблемы и перспективы получения нового вида органоминеральных удобрений на базе низкосортных фосфоритов центральных Кызылкумов.....

**LMIY-LABORATORIYA IZLANISHLARI  
NAUCHNO-LABORATORNIYE IZYSKANIYA**

**Ахмеджанов Ф.Р., Болтабаев А.Ф.** Деформация сплава АМГ-2 под воздействием нейтронного излучения.....

**Мусаев М.У.** Исследование движения пористых сплошных сред насыщенных жидкостью.....

**Назаров З.С., Тухташев А.Б.** Методика изучения влияния волн напряжений и газов взрыва на трещинообразование массива.....

**Атакулов Л.Н., Кахаров С.К., Халиков У.Р.** Факторы, влияющие на работоспособность крутонаклонного конвейера КНК-270 и причины его простоев.....

**Тошов Ж.Б., Баратов Б.Н., Тошниёзов Л.Г., Очилов С.Т.** Технология разработки эффективных буровых инструментов.....

**Набиев А.Н., Мухиддинов Б.Ф., Аскарлов М.А.** Получение и изучение полианилиновых композиции с добавками Нуратинского бентонита.....

**Норхуджаев Ф.Р., Норхуджаева Р.Ф., Аликулов А.Х.** Разработка технологической основы производства металлических слоистых композиций.....

**Асраров Ш.А.** Влияние примесей на поглощение звука в кристаллах ниобата лития.....

**Умиров Ф.Э., Муродова С.Д., Жумакулова Г.Т.** Узбекистонда минерал ўғитларни ишлаб чиқариш ҳолати ва қишлоқ хўжалигидаги ахамияти.....

**MEHNAT MUHOFAZASI VA TEXNIK XAVFSIZLIK  
OXRANA TRUDA I TEXNIKA BEZOPASNOSTI**

**Мирзаев А.У., Рахматов К.К.** Вредные факторы, профессиональная заболеваемость и качество жизни работников НГМК.....

**Райханова Г.Е., Ким Л.А.** Некоторые аспекты решения экологических проблем.....

**Носирова М. Ш., Исматова М. Н., Шаджанова Н.С.** Влияние городской экологии на распространенность болевого синдрома.....

**Райханова Г.Е., Ким Л.А.** Экологическая философия предпринимательства.....

**INNOVATSIYA / INNOVATSIYA**

**Насырова М. Ш., Исматова М. Н., Шаджанова Н.С.** Интерактивная «деловая игра» как средство активизации процесса обучения.....

**TARIX / ISTORIYA**

**Темиров Ғ., Жунаев З., Одинаева З.** Ўзбекистон қонметаллургия тарихидан.....

**YUBILEY / YUBILEY**

**Тухташев Баходир Тухташевич** (к 70-летию со дня рождения).....

**YANGI KITOBLAR / KNIZHNYE NOVINKI**

**MA'LUMOT / INFORMACIYA**

**Защита диссертаций Самадова А.У., Тошева Ж.Б., Поперечниковой О.Ю.**.....

**REKLAMA / REKLAMA**

На обложке:  
«Normet international LTD»  
«Кварцевый песок»  
«Ерігос»



## ИОНОМЕТРИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА НА МИХЕЕВСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ



**Санакулов К.С.,**  
генеральный директор НГМК,  
ректор НГГИ,  
докт. техн. наук, проф.



**Арустамян А.М.,**  
главный инженер  
ЗАО НПО «РИВС».

*Yangi flotatsion texnologiyani oltin-mis-molibden rudalarini qayta ishlash Mikheev boyitish fabrikasining misolida tahlil qilish uchun yangi yo'li ko'rib chiqilgan.*

*Flotatsiya jarayonini sanoatdagi tahlil qilishning ilmiy yondashuvi ionometrik xaritalash va neyron tarmoqlarini modellashtirish metodologiyasiga asoslangan. Ko'rsatilgan texnologik ko'rsatgichlarning katta farqlanishi sababli qoldiqli texnologiyadan foydalaniladi, bu esa flotatsion xomashyo zaxiralarda oltin va molibdenning yo'qotilishiga olib keladi. Harmonik tahlil usulini qo'llagan holda, namunaning bir xil emasligi va tadqiqot qilinayotgan kuzatuvlar ikkita "qo'shib qo'yilgan" taqsimot bilan hosil qilinganligi isbotlangan. Natriy sulfidni zavodda qabul qilingan texnologik jarayon bo'yicha jarayonning boshida faqat bitta nuqtaga etkazishga urinishlar noqonuniyligi isbotlangan.*

*Neyron tarmoqlarini modellashtirish natijasida, mavjud bo'lgan texnologiya sharoitda amalga oshirish uchun tavsiya etilgan rejim parametrlarining maqbul qiymatlari aniqlandi. Mavjud texnologiyani takomillashtirish yo'nalishlari ifodalangan.*

**Tayanch iboralar:** oltin-mis-molibden rudalari, flotatsiya, tasodifiy funktsiyalarning harmonik dekompozitsiyasi, boyi tishning egri chiziqlari, neyron tarmoq modellashtirish, flotatsiya obyektining ko'p omilligi va noaniqliligi, mis tarkibi va metallni qayta ishlash, natriy sulfidi, ksantogenat, ohak suti, elektrokimyoviy salohiyat.

*A new approach to the analysis of the existing flotation technology is considered on the example of the Mikheev concentrator processing gold-copper-molybdenum ores.*

*The scientific approach to the analysis of the industrial flotation process is based on the methodology of ionometric mapping and neural network modeling. The reasons for the observed large variance of technological indices are associated with the use of calcareous technology, which causes losses of gold and molybdenum in the tailings of flotation. Using the method of harmonic analysis, it is proved that the sample is not homogeneous and the observations under investigation are generated by two "superimposed" distributions. The illegitimacy of attempts to supply sodium sulfide only to one point in the head of the process according to the technological process adopted at the factory is proved.*

*As a result of neural network simulation, optimal values of the regime parameters were found, which are recommended for implementation in the conditions of the current technology. Directions for improving the existing technology are formulated.*

**Key words:** gold- copper-molybdenum ores, flotation, harmonic decomposition of random functions, enrichment curves, neural network modeling, multifactority and non-linearity of the flotation object, copper content and metal recovery, sodium sulphide, xanthate, lime milk, electrochemical potential.

В геологическом строении месторождения принимали участие вулканические, вулканогенно-осадочные и осадочные образования. Практически все породы Михеевского месторождения в той или иной степени подверглись гидротермально-метасоматическим изменениям [1-3]. Выделены следующие промышленно-технологические типы руд: окисленные, рыхлые сульфидные, и первичные (скальные) сульфидные. Минералогический состав руд месторождения приведен в табл. 1.

Главную промышленную ценность месторождения представляют первичные сульфидные руды (около

90% запасов). Запасы рыхлых сульфидных руд составляют менее 3% от общих запасов месторождения.

По степени окисления медные руды подразделяются на следующие типы: содержания меди в оксидной форме менее 10% - сульфидные; 11-50% - смешанные; более 50% - окисленные.

В минеральном составе рудной части зоны гипергенеза преобладают малахит, гетит, лимонит, реже встречается азурит. В минеральном составе пород из зоны окисления преобладает кварц (25-40%), постоянно присутствует хлорит (15-35%), серицит (от следов до 15%), часто отмечается кальцит (от следов до 15%).



Таблица 1

Минералогический состав руд Михеевского месторождения

Технологические типы руд	Рудные минералы		
	главные	второстепенные	редкие
окисленные руды	малахит, лимонит, гетит	азурит, ковеллин	хризоколла, халькантит
рыхлые сульфидные руды	пирит, халькопирит	халькозин, мельниковит, магнетит	малахит, гетит, ковеллин
первичные (скальные) сульфидные руды	халькопирит пирит	борнит, магнетит, пирротин, рутил, молибденит, сфен, ильменит, сфалерит.	галенит, блеклые руды, арсенопирит, халькозин, самородная медь, ковеллин, самородное золото, теллуриды золота и серебра (сильванит, гессит, петцит, калаверит), сульфиды никеля и кобальта (герсдорфит, кобальтин, миллерит, вазсит, пентландит).

Химический состав технологических проб представлен в табл. 2.

Отличительной особенностью руд Михеевского месторождения является присутствие в руде серицита и хлорита. Не высокое содержание пирита и наличие в руде золота и молибдена, все это свидетельствует о целесообразности развития технологии получения в голове процесса коллективного концентрата без применения  $CaO$ .

На рис. 1 (данные исследований [4]) представлены зависимости извлечения меди, золота и молибдена от величины pH. Золото наиболее чувствительно к

значению водородного показателя. В известковой среде при  $pH > 10,5$  наблюдается резкое увеличение потерь металла в хвостах. Поведение  $MoS_2$  в зависимости от pH среды также соответствует классическим представлениям о флотуемости минерала.

В период с 23.05.2014 г. по 22.06.2014 г на промышленном процессе выполнено 22 итерации ионометрического картографирования основной флотации в рудном цикле. Собран статистический массив, включающий 150 наблюдений. Исследованные параметры и их статистические оценки представлены в табл. 3.

Таблица 2

Химический состав руд технологических проб Михеевского месторождения

Состав руд		Первичные руды		Окисленные руды	
		№ п р о б			
		1 (1987)	1 (1999)	2 (1987)	2 (1999)
1	2	3	4	5	6
№ скважин и интервалы Элементы	Единицы измерения	3006 (28,5-115,4)	3100 (65-106,5, 169,7-300,0); 3102 (61,0-300,0); 3103 (62,1-101,3)	3006 (11,0-28,5) 3007 (30,7-39,5)	3101 (10,2-22,0); 3104 (23,5-28,0); 3105 (21,0-40,5); 3107 (10,4-29,6).
$SiO_2$	%	52,13	51,2	61,12	67,8
$CaO$	%	4,38	5,56	2,01	2,31
$MgO$	%	5,13	5,75	3,95	2,44
$Al_2O_3$	%	16,13	14,5	16,06	13,5
$Fe_2O_3$	%		2,94		5,98
$FeO$	%		8,54		
$Fe_{общ.}$	%	5,08	8,69	4,16	
$S$	%	0,54	0,78	0,61	0,35
$S_{сульфид.}$	%		0,64		
$Cu$	%	0,57	0,60	1,145	0,46
$Mo$	%	0,003	0,0023	0,0013	0,003
$Bi$	%	<0,001	0,001	<0,001	
$Au$	г/т	0,45-0,53	0,35	0,29-0,27	0,6
$Ag$	г/т	1,85-2,10	2,8	2,02-1,86	3,0

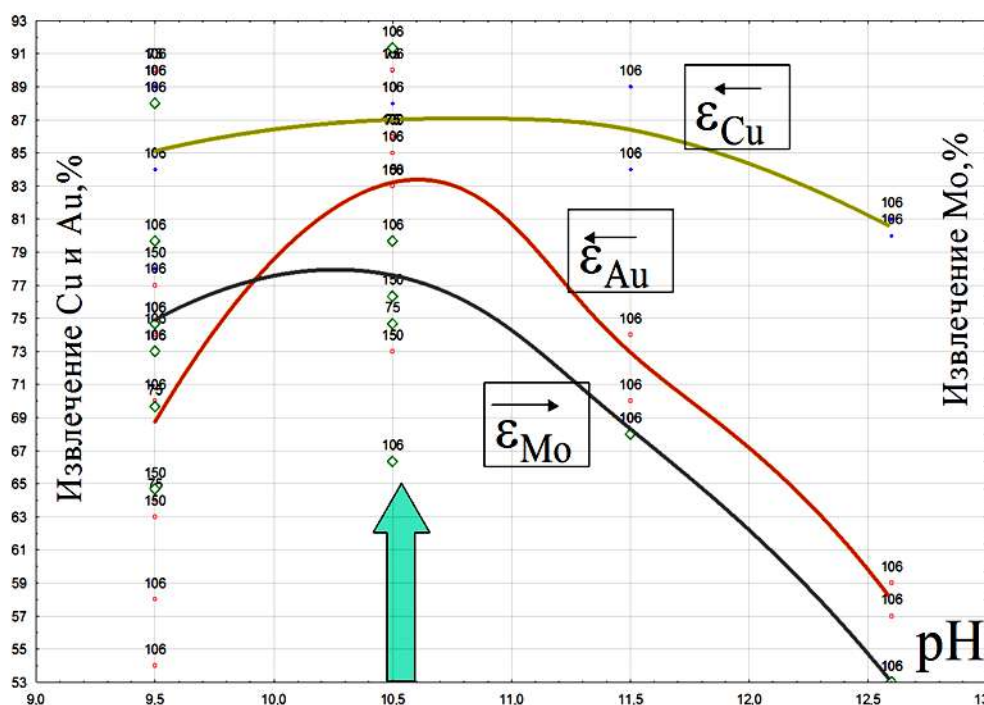


Рис. 1. Зависимость извлечения металлов от pH пульпы.

С целью оценки взаимосвязи между режимными параметрами и технологическими показателями применена методология гармонического разложения случайных функций [5].

На рис. 2 представлены результаты гармонического разложения случайных функций:  $\beta=f(\tau)$ ,  $aCu=f(\tau)$ ,  $\epsilon Cu=f(\tau)$ ,  $\vartheta=f(\tau)$ . Отмечаются две гармоники с наибольшей спектральной плотностью при разложении случайной функции  $\epsilon Cu=f(\tau)$ , что связано с дисперсией общего извлечения меди при вариации сульфидного и окисленного факторов в перерабатываемой шихте.

Основная гармоника при разложении случайной функции  $\epsilon Cu=f(\tau)$  совмещена с основными гармониками при разложении случайных функций  $\beta=f(\tau)$  и  $aCu=f(\tau)$ . Расщепление максимума основной гармоники при разложении случайной функции  $aCu=f(\tau)$  свидетельствует о том, что исследуемая выборка не является однородной и исследуемые наблюдения порождены двумя «наложенными» распределениями.

В высокочастотной области ( $f=0,045$ ) наблюдается большая спектральная плотность при разложении случайных функций  $\vartheta=f(\tau)$  и  $\epsilon Cu=f(\tau)$ , что обусловлено вариацией в шихте окислительного фактора.

В целях установления взаимосвязи электрохимических параметров пульпы с извлечением меди выполнено гармоническое разложение случайных функций:  $Ag=f(\tau)$ ,  $EM=f(\tau)$ ,  $Mo=f(\tau)$  и  $\epsilon Cu=f(\tau)$  (рис. 3). Совпадение основных гармоник при разложении электрохимического потенциала пульпы  $Mo=f(\tau)$  и параметра, контролирующего сульфидные ионы в пульпе  $Ag=f(\tau)$  свидетельствует о необходимости строгого поддержания на оптимальном уровне этих параметров для обеспечения максимального извлечения металла. Наличие второй гармоники при разложении случайной функции  $Ag=f(\tau)$ , совпадающей с второй гармоникой при разложении случайной функции  $\epsilon Cu=f(\tau)$  свидетельствует о необходимости поддержания разного значения потенциала  $Ag_2S$  электрода для обеспечения оптимальных условий флотации сульфидных и окисленных форм медных минералов. В технологическом режиме фабрики предусмотрена только одна точка подачи сульфидизатора в голову процесса основной флотации, в то время, когда требуется поддерживать более низкую концентрацию сульфидных ионов в голове процесса для обеспечения сульфидизации подоxygenной поверхности сульфидных минералов и дополнительно по фронту флотации осуществлять вторую подачу  $Na_2S$  для поддержания более высокой концентрации сульфидных ионов, обеспечивающей сульфидизацию окисленных форм медных минералов.

Построение диаграммы зависимости между потен-

Таблица 3

Описательные статистики

Условные обозначения	Параметр	Среднее	Миним.	Макс.	Ст. откл.
$Pt$	Потенциал $Pt$ электрода, мВ	-97	-340	11	76
$Ag$	Потенциал $Ag_2S$ электрода, мВ	-259	-700	-86	150
$EM$	Потенциал $EM$ электрода, мВ	-80	-300	133	102
$Mo$	Потенциал $Mo$ электрода, мВ	-300	-365	-222	30
$G$	Нагрузка на секцию, т/ч	1034	502	1443	280
$\alpha$	Содержание $Cu$ в руде, %	0,55	0,39	0,72	0,09
$\beta$	Содержание $Cu$ в концентрате, %	5,03	1,40	11,50	2,50
$\vartheta$	Содержание $Cu$ в хвостах, %	0,20	0,10	0,32	0,05
$den$	Плотность пульпы, % твердого	35,33	24,80	46,00	4,40
$\epsilon$	Извлечение $Cu$ , %	65,10	42,75	88,72	11,86

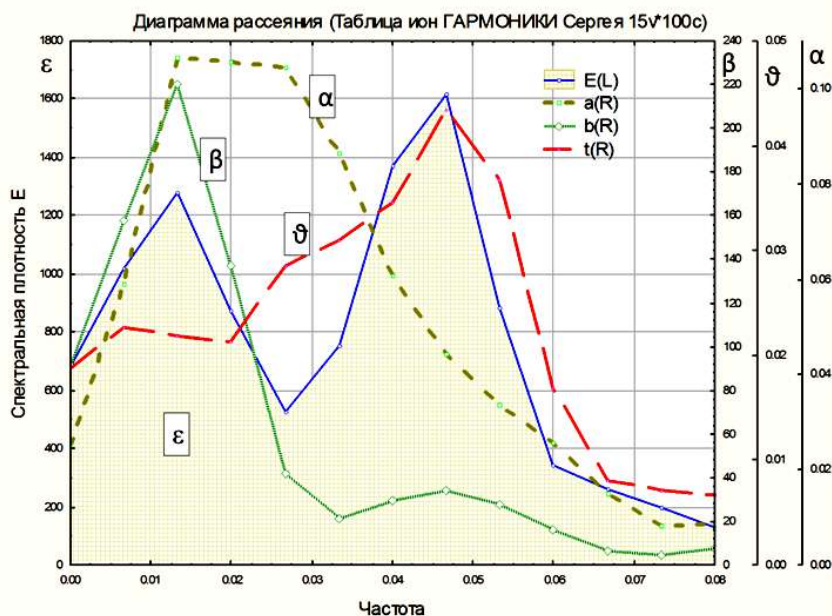


Рис. 2. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $\beta = f(\tau)$ ,  $\alpha Cu = f(\tau)$ ,  $\epsilon Cu = f(\tau)$ ,  $\vartheta = f(\tau)$ .

циалами  $Ag_2S$  - и  $Pt$  - электродов позволяет установить наличие в пульпе гидроксокомплексных соединений железа  $Fe(OH)^+$ , которые сдвигают результаты наблюдений при исходном перемешивании пульпы после измельчения в область отрицательных значений потенциалов  $Pt$ - электрода от линии (1) электрохимической модели соотношения потенциалов электродов в чистых растворах сернистого натрия [6], представленной на рис. 4.

Согласно расположению изолиний, с низким извле-

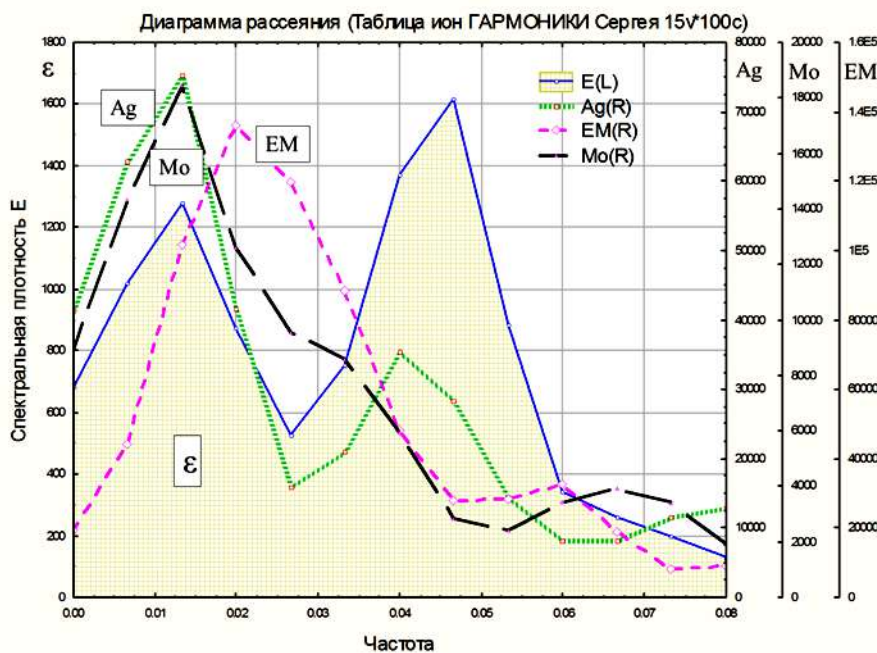
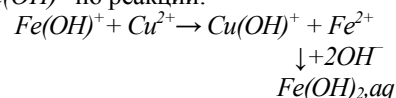


Рис. 3. Результаты гармонического разложения случайных функций:  $Ag = f(\tau)$ ,  $EM = f(\tau)$ ,  $Mo = f(\tau)$  и  $\epsilon Cu = f(\tau)$ .

чением меди в правой части плоскости, казалось бы, наблюдается противоречие в сделанных наблюдениях. Но это наблюдение еще раз доказывает о неправомерности попыток осуществлять подачу  $Na_2S$  только в одну точку в голову процесса согласно технологическому режиму, принятому на фабрике. В этой области наблюдается высокая концентрация сульфидных ионов в пульпе, вызывающая депрессию сульфидных медных минералов. Выщелачивание из руды катионов  $Cu^{2+}$  подтверждается увеличением потенциалов  $Ag_2S$  электрода. В результате действия катионов  $Cu^{2+}$  наблюдается ослабление отрицательного фактора  $Fe(OH)^+$  по реакции:



и повышается извлечение меди.

На рис. 5 представлена взаимосвязь между потенциалами  $Ag_2S$  и  $EM$  - электродов, которая позволяет охарактеризовать развитие электрохимических процессов в пульпе, связанных с комплексобразованием ксантогената. Это позволяет осуществить нанесенная на рисунке калибровочная линия (2)

$$EM = a + Ag_2S,$$

полученная в растворах чистого ксантогената.

В правой части плоскости, представленной на рис. 5, наблюдаются высокие отрицательные значения  $EM$  электрода, связанные с образованием в пульпе полиитионатов при высокой концентрации сульфидных ионов. В этой же области наблюдаются изолинии низкого извлечения меди по причине, рассмотренной выше.

Об образовании комплексных соединений ксантогената свидетельствует смещение потенциалов  $EM$  электрода в отрицательную область в левой части плоскости. Красным цветом отмечены наблюдения в пятой и шестой флотационных камерах.

Таким образом можно утверждать, что комплексобразование усиливается к концу фронта флотации.

Учитывая сложность, многофакторность и нелинейность флотационного объекта, его математическое описание осуществлено с помощью методологии нейросетевого моделирования [5].

На базе информационного пространства, включающего

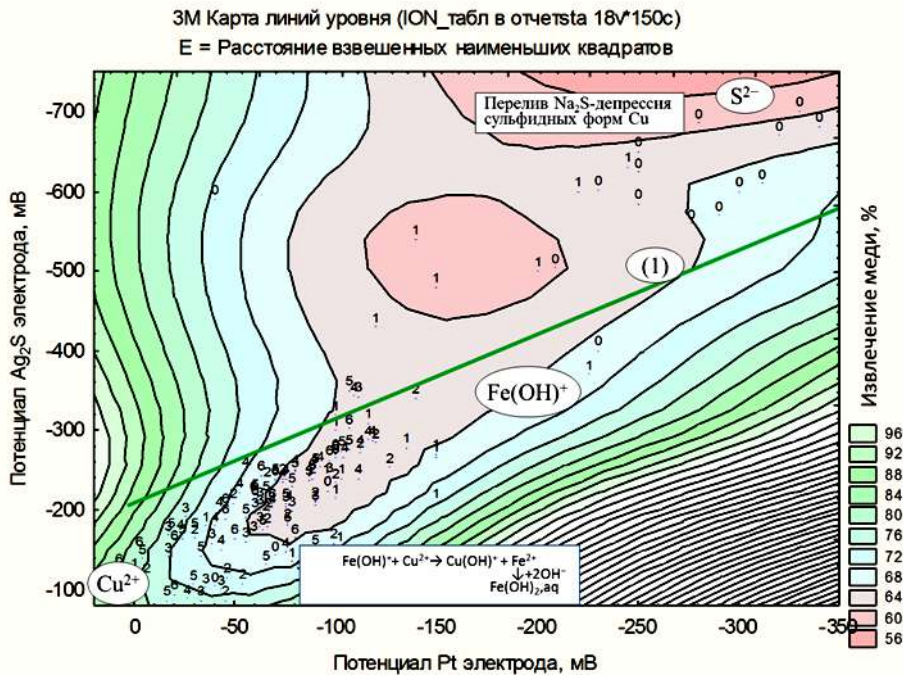


Рис. 4. Зависимость между потенциалами  $Ag_2S$  – и  $Pt$  – электродов при наблюдении электрохимических трендов на промышленном процессе в результате ионометрического картографирования по фронту основной флотации. На плоскости дополнительно нанесены изолинии извлечения меди. Около точек наблюдений проставлены номера камер последовательно по фронту флотации. Под номером «0» обозначен приемный карман.

входные переменные: потенциалы  $Pt$ ,  $Ag_2S$ ,  $EM$ ,  $Mo$ , содержание меди в руде, плотности пульпы и нагрузки на секцию рассчитана нейросетевая модель ОРНС 7:7-76-3-3-2:2 (14). Сразу отметим очень высокую адекватность полученной модели по каналу

ное значение потенциала составляет минус 240  $mV$ . Исследования по контролю подачи извести с помощью рН-метрии или кондуктометрии показали перспективность этого направления при реализации систем автоматического регулирования процессом.

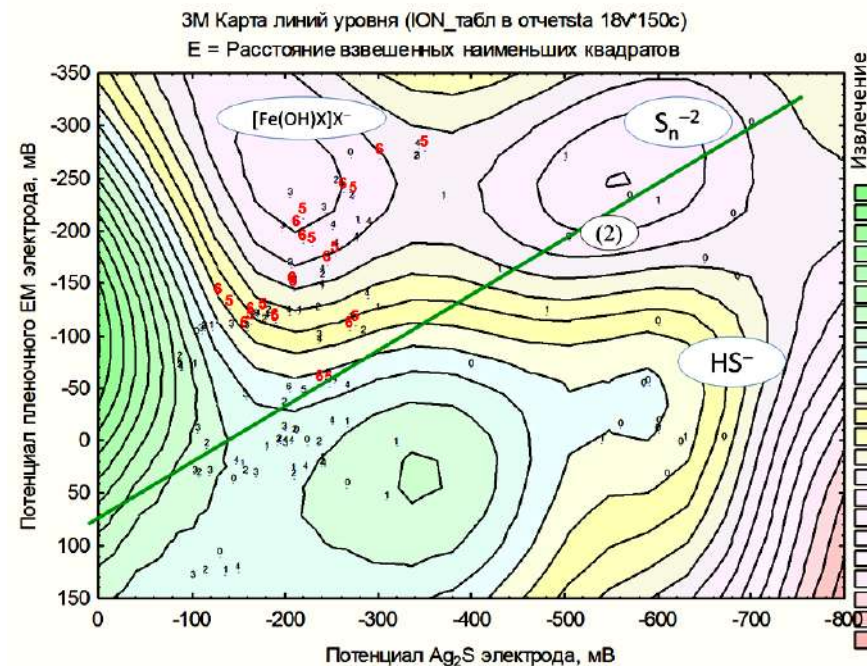


Рис. 5. Зависимость между потенциалами  $Ag_2S$  – и  $EM$  – электродов при наблюдении электрохимических трендов в результате ионометрического картографирования промышленного процесса.

$\beta(R=0,92)$ , по каналу  $\epsilon(R=0,97)$ , что позволяет определить оптимальные режимы ведения процесса. Функции отклика выходных параметров на вариацию входных переменных в обобщенном виде представлены в координатах « $\epsilon$ - $\beta$ » (классическое представление кривых обогащаемости) (рис. 6).

На плоскости выделена область оптимальных значений режимных параметров, которые обеспечивают получение максимального извлечения меди при её содержании в концентрате 4,5 %. Попытки получения более высокого содержания меди в концентрате приводят к резкому снижению извлечения металла.

Дозировка извести должна осуществляться по электрохимическому потенциалу пульпы, контролируемому с помощью  $Mo$  электрода. Оптимальное значение потенциала составляет минус 240  $mV$ . Исследования по контролю подачи извести с помощью рН-метрии или кондуктометрии показали перспективность этого направления при реализации систем автоматического регулирования процессом.

Отсутствие четкой взаимосвязи между значениями водородного показателя и остаточной концентрации  $CaO$  доказывают результаты контрольных измерений операции основной флотации на обеих нитках технологического процесса (рис. 7).

Эффективность способа автоматического регулирования подачи извести по электрохимическому потенциалу пульпы, контролируемого  $Mo$  электродом доказана практикой внедрения на медных и медноцинковых рудах месторождения «50 лет Октября» и Приорского месторождения [7-9].

Для действующего на фабрике технологического режима подачи  $Na_2S$  рекомендуется внедрение системы подачи реагента по потенциалу  $Ag_2S$  электрода, оптимальное значение которого по нейросетевой модели определено на уровне

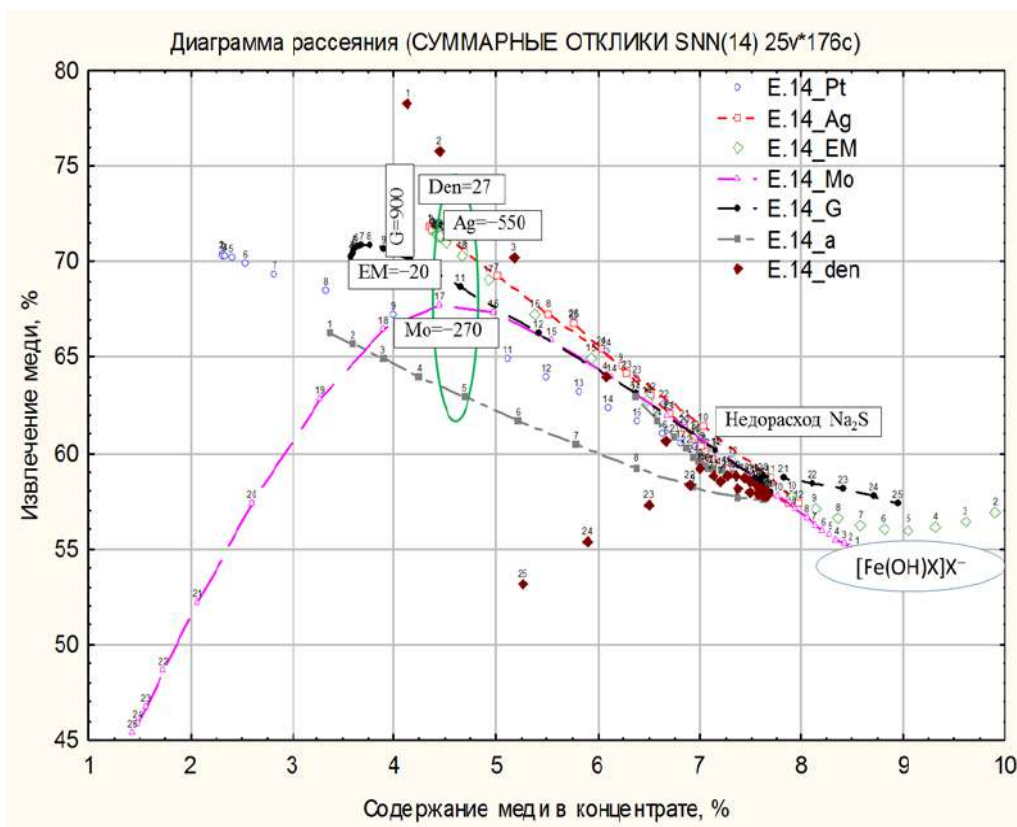


Рис. 6. Взаимосвязь технологических показателей с вариацией входных переменных.

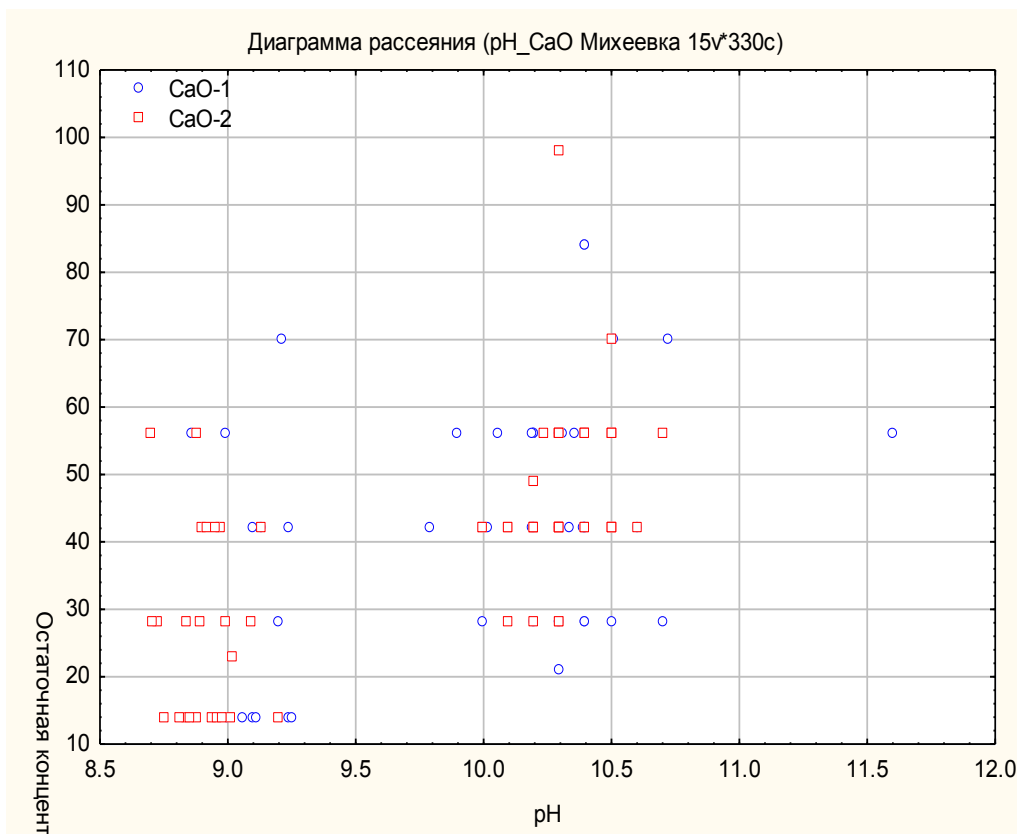


Рис. 7. Контрольные измерения значений pH и остаточной концентрации CaO, выполненные на обеих нитках основной флотации.

минус 550 mV. Представленная диаграмма на рис. 6 также доказывает, что развитие процессов образования гидроксоокисных соединений  $Fe(OH)^+$  в перерабатываемой шихте, приводит к развитию комплексообразования собирателя  $[Fe(OH)X]X^-$ , отмечаемому по увеличению отрицательного значения потенциала EM электрода и резкому снижению извлечения металла. Это наблюдение свидетельствует о необходимости совершенствования действующей технологии. Недопустимым является перегрузка секции в целях достижения выпуска более большого количества металла при несовершенстве действующей технологии на фабрике. При этом теряется и медь, и золото в хвостах фабрики. Эта проблема начинает остро обсуждаться в литературе [10]. Авторы отмечают, что горнорудная промышленность республики развивается в основном по экстенсивному пути – увеличивается производительность предприятий в ущерб глубокой переработки руды и повышения ассортимента получаемой продукции. На территории страны продолжают накапливаться огромные количества техногенных минеральных отходов, которые в некоторых регионах создали очень напряженную экологическую ситуацию. В тоже время наше исследование показало, что даже простейшее усовершенствование технологии за счет переноса подачи сернистого натрия из зумпфа в приемный карман первой



камеры основной флотации позволило повысить извлечение меди на 10 %.

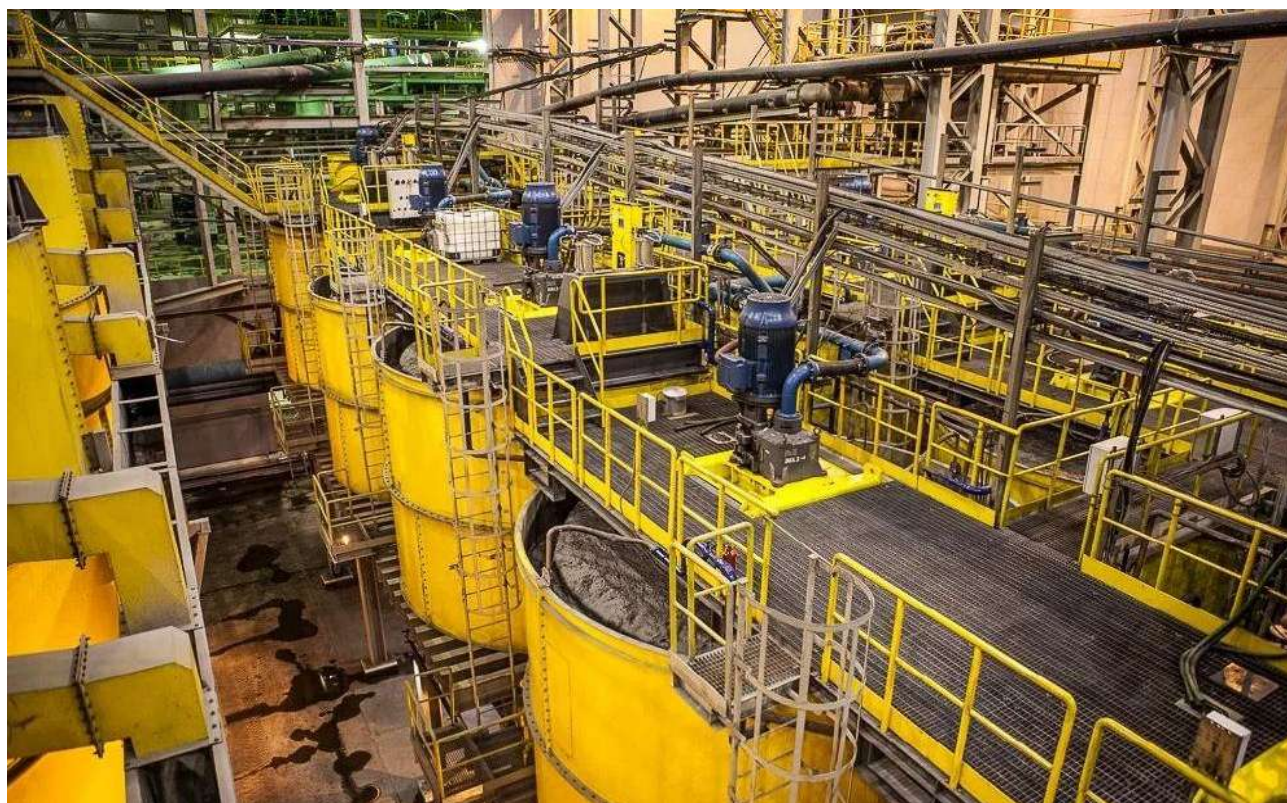
Таким образом, выполненное исследование позволило объяснить причины наблюдаемой значительной дисперсии технологических показателей на промышленном процессе. Основной причиной снижения технологических показателей является применение известковой технологии, обуславливающей потери золота и молибдена в хвостах флотации. С помощью применения метода гармонического анализа доказано, что исследуемая выборка не является однородной

и исследуемые наблюдения порождены двумя «наложенными» распределениями. Доказывается неправомерность попыток осуществлять подачу сернистого натрия только в одну точку в голову процесса согласно технологическому процессу, принятому на фабрике.

С помощью нейросетевого моделирования выявлены оптимальные технологические режимы в условиях действующей технологии. Показаны недостатки применяемой технологии и намечены пути её усовершенствования.

#### Библиографический список

1. Грабжев А.И., Белгородский Е.А., Аксенов С.А. и др. Карбоновая медно-порфировая минерализация южной части Восточно-Уральского прогиба. ДАН, 1988, т. 298, №3, -С. 691-694.
2. Оценочные работы на Михеевском месторождении медно-порфировых руд с подсчетом запасов по состоянию на 2001 г. Книга 1. ОАО «ЮУГРК», Челябинск, 2001.
3. Елохин В.А., Прожерова И.А. Геохимическая характеристика Михеевского молибденово-медного месторождения. Изв. Уральской государственной горно-геологической академии. Екатеринбург. 2002, вып. 15. -С. 110-118.
4. Машевский Г.Н., Романенко С.В. MINERALOGY AND TESTS EVALUATIONS, 989/000-B01-F6-001, Rev.1. 21.02.2008. -36 с.
5. Боровиков В.П. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технология современного анализа данных / Под редакцией В.П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия – Телеком, 2008. -392 с.
6. Романенко С.А. Эффективность применения мультисенсорных систем ионометрии и методов нейросетевого моделирования процесса флотации в лабораторных исследованиях / Обогащение руд. 2013. № 1. -С. 18-22.
7. Машевский Г.Н. Новый подход к регулированию флотационного процесса селективного отделения сульфидных минералов от пирита в известковой среде./ Г.Н. Машевский, А.В. Петров, С.В. Романенко [и др.] // Обогащение руд. 2012. № 1. - С. 12-16.
8. Петров А.В. Регулирование флотационного процесса отделения сульфидов меди от пирита в известковой среде по электрохимическому потенциалу пульпы. / А.В. Петров [и др.] // Обогащение руд. 2012. № 2. -С. 40-42.
9. Петров А.В., Романенко С.А., Балманова А.Ж. и др. Новый подход к регулированию флотационного процесса разделения сульфидных минералов от пирита в известковой среде по электрохимическому потенциалу пульпы. Горный журнал Казахстана №12. 2013. -С. 34-37.
10. Перспективы промышленного освоения техногенных минеральных ресурсов Республики Армения. Мовсисян Р.С., Мкртчян Г.А., Мовсисян А.И. Изв. НАН Респ. Армения. Наука о Земле. 2014.67, № 1. -С. 30-39.





# ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ПЕРЕРАБОТКУ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА



**Снитка Н.П.,**  
главный инженер НГМК.



**Раимжанов Б.Р.,**  
зам. директора по науке Узбекского научно-исследовательского и проектно-изыскательского института геотехнологии и цветной металлургии «O'zGEORANGMETLIT»,  
докт. техн. наук, проф.



**Наимова Р.Ш.,**  
доцент кафедры «Горное дело» ТашГУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.

*Maqolada kon-metallurgiya konlarini qazib olingan ochiq jinslarni qayta ishlash masalasi ko'rib chiqilgan. Kon-metallurgiya korxonalari konlari tarkibida oltin miqdori soni ko'paygan chiqindilarni miqdori tahlili keltirilgan. Ichki va tashqi ochilgan jinslarni shakllantirilganligi «Muruntog'» koni bazasidagi korxonaning chiqindilarini chuqur ko'rib chiqilgan.*

*Statik natijalarni ishlov berishda SPT kompleks ag'darmalarida to'plangan kon-geologik materiallarida va o'tkazilgan ustki sinovda ko'rsatildi – shu xoldagi bo'linishda ichki ochish jinslari uch turga bo'linadi: qayta ishlash resurslari, potensial resurslar va rezervlar.*

**Tayanch iboralar:** *karyer, ruda, ag'darmalar, kon jinslari, qijalik, kon, chiqindilar, resurslar, qayta ishlash, miqdor, o'rtacha namunalarga yaqinlashtirimoq, bo'laklar yirikligi, kon-metallurgiya sanoati.*

*In the article the questions of involving in overburden processing of mining and metallurgical enterprises are considered. The analysis of deposits in which a large amount of gold-bearing wastes of mining and metallurgical production is accumulated is given. The waste from the Muruntau deposit, formed from the rocks of the outer and inner stripping, is considered in more detail. The results of dumps processing of the conveyor ore transportation complex of accumulated mining and geological materials and conducting surface sampling showed that as a result of this division, the rocks of the internal overburden are divided into three parts - reserve, potential resources and resources for processing.*

*Studies have established that the peculiarities of the dumps formation using various transportation technologies are manifested not only through averaging of the content in the laid ore mass, but also through segregation of rocks, during their movement along the slope. At the same time, taking into account segregation of rocks in the choice of development technology, it is all the more necessary that a direct dependence of the gold content on the size of the pieces is established.*

**Key words:** *quarry, ore, dumps, rocks, slope, deposit, waste, resources, processing, content, averaging, grain size, mining and metallurgical production.*

Тенденции увеличения глубины карьеров, ухудшение горно-геологических и горно-технических условий освоения месторождений в сочетании с истощением запасов заставляет обратить пристальное внимание на отходы горно-перерабатывающего производства. В Кызылкумском регионе ситуация складывается таким образом, что через определенное время оставшиеся запасы месторождений Мурунтау, Кокпатас и Даугызтау не смогут обеспечить работу заводов на достигнутом уровне, поэтому сначала объемы горных работ, а затем и объемы переработки руды начнут уменьшаться.

В то же время при освоении этих месторождений накоплено значительное количество золотосодержащих отходов добычи и переработки, и подошло время уже сегодня приступить к их изучению с точки зрения возможного использования в качестве резервного сырьевого источника в будущем, рассматривая их в качестве техногенных месторождений (рис. 1).

Отходы открытой и подземной добычи представлены забалансовой рудой и вскрышными породами. Забалансовая руда входит в сырьевую базу перерабатывающих заводов и в соответствии с проектами планомерно вовлекается в переработку, поэтому та-

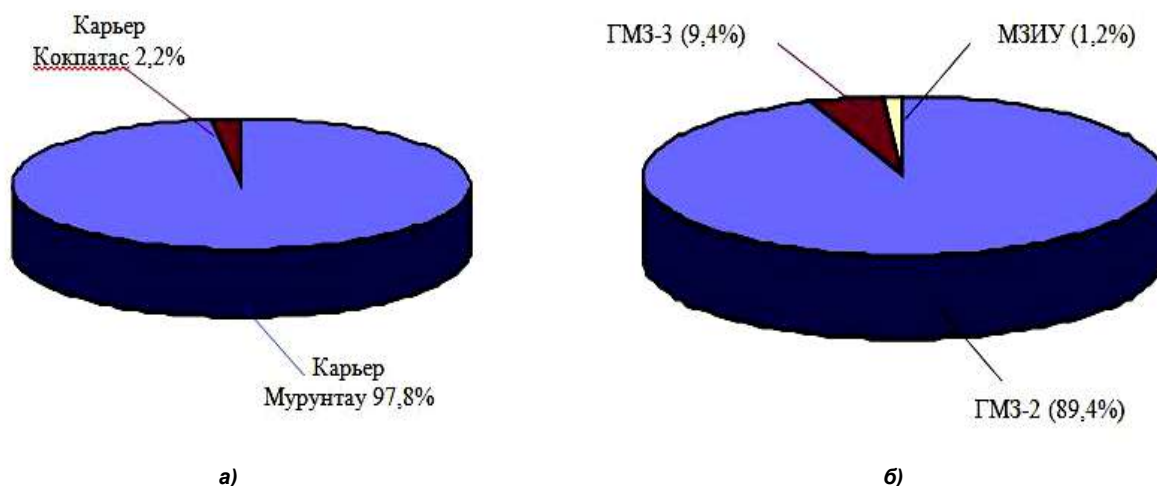


Рис. 1. Распределение по горно-перерабатывающим объектам отходов добычи (а) и переработки (б) золоторудного минерального сырья.

кая руда лишь временно может быть отнесена к отходам. Вскрышные породы до настоящего времени в качестве сырья для получения золота не рассматривались, поэтому они и являются собственно отходами добычи. Такие отходы образовались и продолжают образовываться при открытой разработке месторождений Кокпатаc и Мурунтау (рис. 1, а).

Отходы переработки минерального сырья представлены твердыми «хвостами» и сбросными растворами гидрометаллургических заводов (ГМЗ), перерабатывающих золотосодержащую руду месторождений Мурунтау (ГМЗ-2), Кокпатаc и Даугызтау (ГМЗ-3) и Марджанбулак (МЗИУ). Такие отходы накапливаются в специально созданных хвостохранилищах (рис. 1, б). Отходы добычи при открытой разработке месторождения Кокпатаc и Даугызтау накоплены в отвалах карьера в количестве ~45 млн. т, а отходы переработки руды в количестве ~37 млн. т - в хвостохранилище, которое продолжает интенсивно заполняться. Отходы добычи, образовавшиеся при освоении месторождения Марджанбулак, уже практически переработаны, поэтому сегодня они представлены только отходами переработки, скопившимися в хвостохранилище.

Отходы горно-перерабатывающего производства на базе месторождения Мурунтау представляют наибольший интерес, связанный с тем, что от работы этого комплекса зависит социально-экономическая ситуация во всем регионе. Эти отходы складываются из запасов вскрышных пород, «хвостов» переработки рудной массы методом кучного выщелачивания, а также «хвостов» гидрометаллургической переработки руды на ГМЗ-2.

«Хвосты» гидрометаллургической переработки руды на ГМЗ-2 в количестве ~720 млн. т уложены в хвостохранилище. Поскольку содержание в уложенных «хвостах» в 2,5÷3,0 раза ниже экономического предела, то в обозримом будущем их не целесообразно рассматривать даже в качестве потенциального

сырьевого источника. Поэтому все внимание следует сосредоточить на отходах добычи.

Для оценки ситуации, сложившуюся с образованием отходов в горно-перерабатывающем производстве и формированием техногенных месторождений рассмотрим на примере месторождения Мурунтау.

На разных этапах освоения месторождения к вскрышным породам карьера «Мурунтау» относилась горная масса с разным содержанием золота: сначала менее 1,5 г/т, затем - менее 1,0 г/т, а в перспективе - 0,5 г/т [1].

Однако следует отметить, что указанная горная масса всегда складировалась отдельно. При этом по мере увеличения производительности перерабатывающего завода горная масса с содержанием золота более 1,0 г/т фактически переводилась в разряд товарной руды и вовлекалась в переработку.

Вскрышные породы, накопленные в отвалах за 50 лет существования карьера «Мурунтау», сегодня представляют отходы горного производства. Эти отвалы сформированы из пород внешней и внутренней вскрыши.

Породы внешней вскрыши располагаются за внешними границами рудных залежей. Содержание золота в таких породах составляет в среднем 0,15 г/т, что меньше чем в «хвостах» переработки гидрометаллургического завода [2].

Породы внутренней вскрыши располагаются внутри рудных залежей. Содержание золота в них в среднем на 26% меньше его содержания в товарной руде самого низкого сорта. Часть пород внутренней вскрыши выделена в отдельный грузопоток с формированием специальных складов. При этом следует отметить, что неизбежно потерянная при добыче балансовая руда попадает в породы внутренней вскрыши, в результате чего содержание в них золота повышается, а интерес к ним возрастает.

За 50 лет существования в отвалах карьера «Мурунтау» накоплено ~2,26 млрд. т вскрышных пород.



Рис. 2. Конвейерные (1) и автомобильные (2) отвалы карьера «Мурунтау».

Эти отвалы формировались с использованием автомобильного и конвейерного транспорта из пород внешней и внутренней вскрыши, которые смешивались друг с другом в произвольном соотношении. При этом известно, что среднее содержание золота в таких отвалах составляет  $0,35 \text{ g/t}$  [1].

Интерес к отвалам вскрышных пород как к резервному источнику сырьевых ресурсов проявлен в 1998 г., когда были сделаны их первые оценки распределения содержания золота в уложенной горной массе. Однако системная работа в этом направлении началась в 2008 г. с обработки накопленных горно-геологических материалов и проведения поверхностного опробования на характерном отвале, в качестве которого выбран один из отвалов комплекса ЦПТ. Обработка полученных результатов позволила сделать следующие предварительные выводы:

1. Автомобильные и конвейерные отвалы вскрышных пород представляют типичные техногенные месторождения.

2. Характер распределения золота в техногенных месторождениях соответствует характеру его распределения того месторождения природного происхождения, при освоении которого они сформированы.

3. В техногенных месторождениях при бортовом содержании  $0,5 \text{ g/t}$   $\sim 25\text{--}30\%$  горной массы со средним содержанием, достаточным для ее экономически выгодной переработки. Эта горная масса может рассматриваться в качестве резервного источника сырьевых

ресурсов ГМЗ-2 на период после 2020 г.

4. Потенциальные запасы резервного источника сырьевых ресурсов с указанными параметрами оцениваются в  $\sim 550\text{--}650$  млн.  $t$ , что обеспечит работу ГМЗ-2 на протяжении не менее  $\sim 20$  лет. Естественно, что снижение бортового содержания, например, до  $0,4 \text{ g/t}$  увеличит потенциальные запасы до  $\sim 850\text{--}900$  млн.  $t$  при снижении среднего содержания на  $10\text{--}15\%$ , что позволит продлить работу ГМЗ-2 еще на  $\sim 10$  лет.

Технология вовлечения в переработку забалансовой руды различного качества отработана, поэтому в настоящее время возникла необходимость для оценки в отработке технологии использования вскрышных пород в качестве потенциальной сырьевой базы перерабатывающего завода.

По пространственному положению, вещественному составу и технологическим признакам вскрышные породы карьера могут быть разделены на две группы: вскрышные породы в контурах рудной зоны (внутренняя вскрыша) и вскрышные породы за контуром рудной зоны (внешняя вскрыша). В процессе разработки месторождения эти породы складировались бессистемно, а среднее содержание золота в отвалах составляет  $0,35 \text{ g/t}$  [1]. Таких пород к настоящему времени накоплено  $\sim 2000$  млн.  $t$ , а сформированные из них техногенные массивы представляют собой типичные техногенные месторождения, представляющие определенный интерес как золотосодержащее

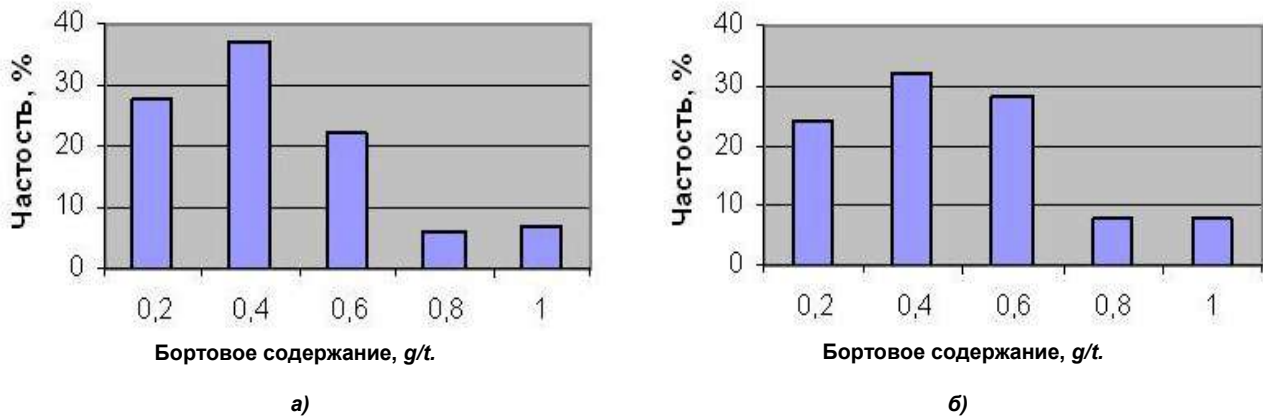


Рис. 3. Распределение вскрышных пород по содержанию в недрах (а), автомобильных (б) и конвейерных отвалах.

сырье, принципиально пригодное для промышленной переработки с целью получения дополнительного количества золота.

В настоящее время площадь, занимаемая складами и отвалами, составляет  $13,5 \text{ km}^2$ , а их высота варьирует от  $35 \text{ m}$  до  $180 \text{ m}$ .

Отвалы карьера Мурунтау формируются с использованием автомобильного, и конвейерного транспорта (рис. 2). При этом в них направляется горная масса из различных зон карьера, каждая из которых характеризуется особенностями распределения содержания и особенностями технологических свойств. Сложность отработки таких отвалов и складов обусловлена также тем, что в них нет присущих природным месторождениям слоев, жил и зон, придающих закономерный характер распределению полезного компонента.

Структурные особенности строения отвалов определяют необходимость оценки технологической возможности их селективной отработки для дополнительного получения кондиционной рудной массы. При этом требуется решить следующие задачи:

- изучить гранулометрический состав пород в отвалах, сформированных с использованием разных технологий транспортирования;
- оценить распределение золота в отвалах;
- оценить количество кондиционной рудной массы в отвалах;
- рассмотреть особенности формирования отвалов в зависимости технологии ее транспортирования;
- рассмотреть технологию разработки отвалов в зависимости от технологии их формирования.

Изучение гранулометрического состава породы в отвалах при автомобильном и конвейерном транспорте показало, что доля кусков размером  $-20 \text{ mm}$ ,  $+20 \div 200 \text{ mm}$ ;  $+200 \div 400 \text{ mm}$  и  $+400 \text{ mm}$  в них различна. Это объясняется тем, что породы и руды, транспортируемые конвейерами, предварительно дробятся, поэтому куски размером более  $400 \text{ mm}$  в таких отвалах почти отсутствуют. Кроме того, происходит изменение доли кусков мелких ( $- 20 \text{ mm}$ ) и средних кусков ( $+20 \div 200 \text{ mm}$ ).

Оценка качества рудной массы, потенциально пригодной для переработки в качестве резервного сырья, базируется на зависимости ее количества в автомобильных отвалах и отвалах ЦПТ от бортового содержания. Статистическая обработка результатов опробования показала, что в недрах содержание золота в вскрышных породах распределено по логарифмическому закону, а в отвалах – приближается к нормальному закону (рис. 3). При этом следует отметить, что в автомобильных отвалах золото распределено более контрастно ( $\text{кравн}=1,65$ ) по сравнению с конвейерными отвалами ( $\text{кравн}=1,14$ ). Такие различия объясняются тем, что циклично-поточная технология с автомобильно-конвейерным транспортом обладает повышенными усреднительными способностями по сравнению с циклично-поточной на основе автомобильного транспорта.

Естественно, что разная степень усреднения рудной массы требует разных подходов к разработке таких отвалов, а полученные данные позволяют рассматривать отвалы в качестве техногенных месторождений, требующих такого же подхода, как к месторождениям природного происхождения. При этом в таких месторождениях весьма существенное значение имеет обоснование бортового содержания, от которого зависит остаточный сырьевой ресурс месторождения, которым определяется существование не только предприятия, но и целого района. Рассмотрим этот вопрос подробнее. На рис. 4 представлен график выхода рудной массы от бортового содержания, принятого при разделении пород внутренней вскрыши на балансовую и забалансовую части. При этом учтено, что проектом для такого разделения принято бортовое содержание  $S_b = 0,5 \text{ g/t}$ , а предельно низкое бортовое содержание, равное потерям при переработке, составляет  $S_{b.n} = 0,18 \text{ g/t}$ .

В результате такого разделения породы внутренней вскрыши делятся на три части: - резервные ресурсы, для переработки ( $S_b = 0,5 \text{ g/t}$ ); - потенциальные ресурсы для переработки ( $0,18 \leq S_b < 0,5 \text{ g/t}$ ); - гарантированные отходы ( $S_b < 0,18 \text{ g/t}$ ).



Таким образом, из пород вскрыши потенциально могут быть выделены дополнительные сырьевые ресурсы в размере ~ 40% от их общего объема вскрышающих пород в отвалах. Однако среднее содержание золота в этих ресурсах не обеспечивает окупаемости затрат на их переработку даже при двойном увеличении его рыночной цены. Поэтому было бы целесообразно в первом приближении оценить условия вовлечения этих ресурсов в переработку, приняв в качестве управляемого параметра бортовое содержание, а в качестве неуправляемых параметров налог на недра и рыночную цену золота. Результаты расчетов представлены графически (рис. 5, а), анализ которых показывает, что при существующей цене золота затраты окупаются при  $C_b = 0,22 \text{ g/t}$ , а с учетом прогноза на увеличение – при бортовом содержании менее величины потерь при переработке. На основании этого можно сделать вывод о том, что бортовое содержание в породах внутренней вскрыши следует принимать на уровне потерь при переработке ( $C_b = 0,18 \text{ g/t}$ ). Тогда объем сырьевых ресурсов увеличится на ~ 40%, а количество извлекаемого золота на 25 %.

Такой выход золота практически одинаков при  $C_b = 0,18$  и  $0,3 \text{ g/t}$  (рис. 5, б). Поэтому не целесообразно увеличивать объемы переработки вскрышных пород, а в качестве бортового содержания принять  $C_b = 0,3 \text{ g/t}$ . Тогда в переработку будет вовлечено 50% вскрышных пород от их общего количества (~ 700 млн. т). Это позволит на 6÷7% увеличить использование ресурсного потенциала месторождения Мурунтау.

Опыт, накопленный при освоении техногенных минеральных образований карьера «Мурунтау», позволяет сделать вывод о том, что к разработке та-

ких образований следует подходить так же, как и к месторождениям природного происхождения (эксплуатационная разведка, изучение технологических и потребительских свойств горной массы, технологическое картирование, определение способа выемки кондиционного сырья, выбор параметров уступов и горно-транспортного оборудования).

Особенности формирования отвалов с использованием различной технологии транспортирования проявляются не только через усреднение содержания в уложенной рудной массе, но и через сегрегацию пород, в процессе их перемещения по отвальному откосу. Учитывать сегрегацию пород при выборе технологии разработки тем более необходимо, что установлена прямая зависимость содержания золота от крупности кусков [3].

Исследованиями установлено, что при отвалообразовании с использованием автомобильного транспорта сегрегация пород по крупности проявляется незначительно, тогда как при конвейерном транспорте сегрегация скальной горной массы в отвалах ярко выражена, что создает предпосылки для селективной их разработки с учетом изменения гранулометрического состава по высоте отвала. В данном случае ключевым моментом является оценка разделительной способности отвального откоса и определение режима и условий отвалообразования, обеспечивающих максимальное накопление крупных классов породы в нижних слоях отвала.

С учетом особенностей распределения кусков крупных классов в отсыпаемом массиве разработаны следующие технологические схемы разработки отвалов.

Отвал, сформированный с использованием автомобильного транспорта, обрабатывается горизонтальными слоями с разделением горной массы на рудную

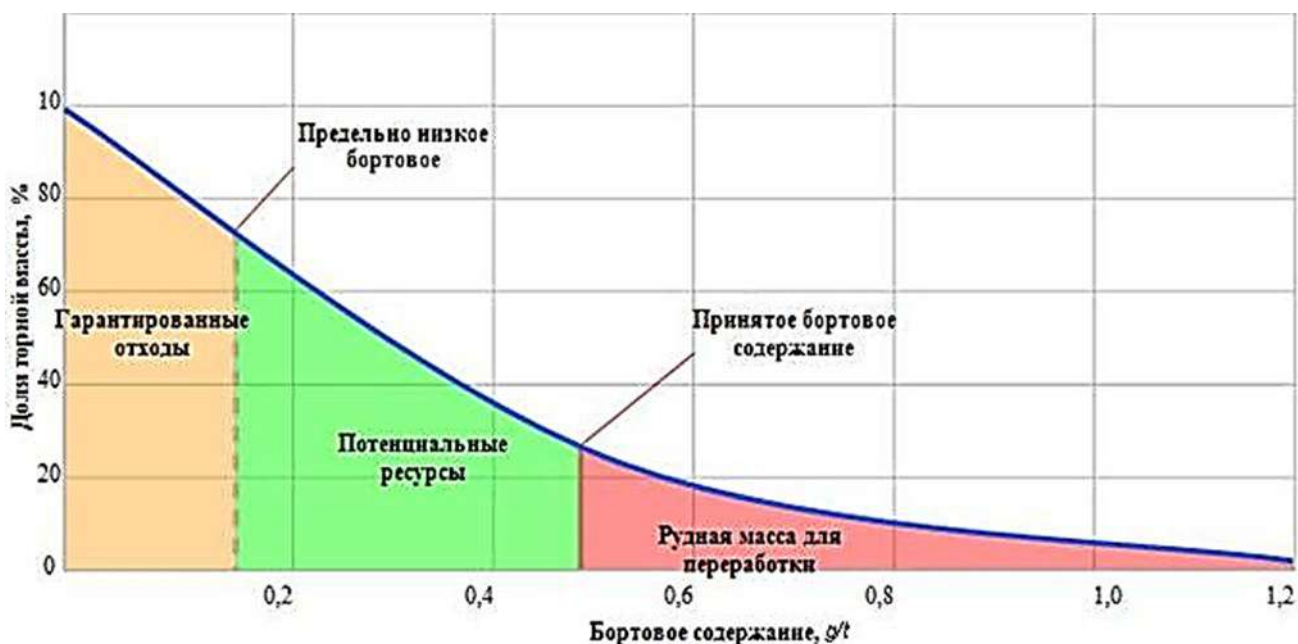


Рис. 4. Распределение пород внутренней вскрыши по потребительским свойствам в зависимости от бортового содержания.



массу, предназначенную для переработки, и отходы, направляемые на постоянное хранение.

Технология разработки отвалов, сформированных при конвейерном транспорте учитывает сегрегацию кусков и включает:

- разделение отвала на верхнюю зону с кусками крупностью до 50 *mm* и нижнюю зону с кусками крупностью более 50 *mm* (на откосе отвала);
- селективную отработку верхней зоны с разделением горной массы на рудную для переработки и отходы;
- селективную отработку нижней зоны с разделением крупнокусковой горной массы на рудную массу для переработки крупнокусковые отходы, направляемые на покусковую сортировку с разделением на кондиционный и некондиционный сорта.

Приведенные исследования позволяют сделать вы-

вод о том, что отвалы вскрышных пород карьера Мурунтау представляют типичные техногенные месторождения, которые следует рассматривать в качестве резервного источника минерального сырья. При этом к освоению таких месторождений следует подходить также, как к месторождениям природного происхождения предусматривая обоснование параметров геологоразведочных работ, отработку построения сортовых планов, обоснование параметров селективной выемки (высоты уступа, размер выемочной порции), а также обоснование технологии выемки (валовая, селективная) и предварительного обогащения (крупнопорционная, мелкопорционная или покусковая сортировка). В целом вовлечение пород вскрыши в переработку позволит на 6-7% увеличить использование ресурсного потенциала месторождения.

#### Библиографический список

1. Управление минерально-сырьевой базой перерабатывающего производства. Кучерский Н.И., Мазуркевич А.П., Канцель А.В. и др. // Цветные металлы. 1999, №7. - С. 22-27.
2. Технология обеспечения полноты и качества отработки сложноструктурных рудных тел на золоторудных месторождениях. Мальгин О.Н., Иноземцев С.Б., Аристов И.И. // Горный Вестник Узбекистана, 2002, №1. - С. 7-10.
3. Перспективы вовлечения в переработку отходов горного производства на базе золоторудных месторождений. Шеметов П.А., Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. // Горный Вестник Узбекистана, 2009, №1. - С. 43-48.





## О ТРЕЩИНОВАТОСТИ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД И ЕЕ ЗНАЧЕНИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В МЕСТОРОЖДЕНИИ «ЁШЛИК» АЛМАЛЫКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА



**Исоматов Ю.П.**,  
доцент кафедры  
«Горное дело»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова.



**Хасанов О.А.**,  
ст. преп. кафедры  
«Горное дело»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Maqolada kondagi qattiq kon jinslari massivining darzdorligini o'rganish natijalari keltirilgan. Konda tektonik va notektonik darzliklar aniqlangan. Tektonik darzliklar tektonik siquvchi va chozuvchi kuchlar ta'sirida yuzaga keluvchi tektonik buzilishlar ta'sir hududi chegarasida rivojlangan. Tog' jinslari massivi pishiqligi tektonik buzilishlar hududlarida ayniqsa, kuchli darzdorlikka ega bo'lgan nam tog' jinslarida birdan pasayishi aniqlangan.*

*Maqolada darzdorlikka ega bo'lgan (zaiflashgan) tog' jinslari uchun yangi me'yoriy hujjat (zarurat bo'lganda) ishlab chiqish maqsadida portlatish ishlarini olib borish texnologiyasi va ko'rsatgichlarini aniqlashtirish bo'yicha eksperimental tadqiqot ishlarini o'tkazish zarurligi tavsiya etilgan.*

**Tayanch iboralar:** kon, massiv, darzdorlik, notektonik darzliklar, darzdorlik koeffisienti, darzliklar tizimi, deformatsiya, portlash, pog'ona borti tekisligi, maydalanish hududlari, ishqalanish gili, ko'chki, qulashlar, tushish, intruziv magmatik tog' jinslar, pishiqlik, portlovchi modda solishtirma sarfi.

*The article presents the results of studying the fracturing of solid rock massifs in the field. It is established that cracks of tectonic and non-tectonic origin are found. Tectonic cracks are developed within the zone of influence of tectonic disturbances under the influence of tectonic compressive and tensile forces. It has been established that the strength of the rock massif falls sharply in the zones of tectonic disturbances, especially in strongly fissured moistened rocks.*

*The article recommends the necessity of carrying out experimental studies to refine the parameters and technology of blasting operations in order to develop (if necessary) a new normative document for fractured (weakened) rocks.*

**Key words:** deposit, massif, fracture, nontectonic cracks, fracture coefficient, fracture systems, deformation, explosion, plane of the ledge, crushing zone, friction clay, landslide, collapse, talus, intrusive igneous rocks, strength, specific consumption of explosives.

В массивах горных пород месторождения «Ёшлик» обнаружены трещины тектонического и нетектонического происхождения. Тектонические трещины развиваются в магматических, метаморфических и осадочных сцементированных породах, в пределах зоны влияния тектонических нарушений, под влиянием тектонических сжимающих и растягивающих усилий, и трещины отрыва, развивающиеся под влиянием растягивающих усилий. Они существенно определяют внутреннее строение отдельных блоков.

Нетектонические трещины образованные под влиянием внутренних сил сжатия и растяжения, развивающихся в породе в течении длительного времени геологического развития района. Такие трещины встречаются повсеместно, они весьма разнообразны в пространстве. Кроме того в пределах карьера месторождения «Ёшлик» развито большое количество зия-

ющих (оборотных) трещин, образование которых связано с взрывными работами и разгрузкой пород. Такие трещины встречаются повсеместно, они весьма разнообразны.

Особенно четко они наблюдаются на стационарных откосах, где наблюдается также раскрытие «залеченных» трещин.

Трещиноватость скальных и полускальных пород является одним из решающих факторов при их инженерно-геологической оценке [1]. Она свойственна только скальным и полускальным магматическим, метаморфическим и осадочным породам месторождения и характеризует результат нарушения их сплошности. В массиве горных пород наличие взаимно пересекающихся трещин влияет на прочность и устойчивость пород, водоносность, влагоемкость, водопроницаемость и, в конечном итоге на взрываемость.



Изучение трещиноватости массивных пород месторождения «Ёшлик» показали, что в сиенито – диоритах удельная трещиноватость составила 5-7 трещин на  $m^2$ , ширина трещин 2-11 мм, длина 40-120 см, коэффициент трещинной пустотности 0,03- 0,05 и угол падения  $16^{\circ} - 80^{\circ}$ .

В диоритах удельная трещиноватость составила вне зон разломов 4-5, реже 7-9 трещин на  $m^2$ , в зонах дробления 70-80.

Коэффициент трещинной пустотности составляет 0,001-0,175, удельное растяжение на 1  $m^2$  площади – от 0,007 – 0,175 до 0,008- 0,018, длина трещин 70-130 см, ширина 3-12 мм, углы падения трещин  $16^{\circ} - 86^{\circ}$ .

В гранодиорит – порфирах коэффициент трещинной пустотности составляет 0,006-0,09 удельное растяжение на 1  $m^2$  площади 0,007- 0,008, ширина 3-9 мм, длина 60-136 см (рис.1).

Все породы имеют, в основном, 4 системы трещин характерных для всех геологических разностей горных пород азимут простирания  $A = 205^{\circ}-245^{\circ}$ , углы падения  $\alpha=39^{\circ}-65^{\circ}$ ;  $A = 150^{\circ}-180^{\circ}$ ,  $\alpha=50^{\circ}-70^{\circ}$  (рис. 2).

Первая из этих систем трещин выражена более отчетливо и, в большинстве случаев, ее принимают за главную систему трещин.

В сиенитах и сиенито–диоритах 60-70% трещин являются косо секущими и 25-30% нормально секущими по отношению к главным, т.е. основным системам трещин. В остальных породах соотношение косо секущих и нормально секущих трещин приблизительно равно. По отношению к плоскости уступа борта большинство систем трещин (около 75%) расположены диагонально, остальные-поперечно. Исключение составляют известняки Герцинского структурного этажа, где соотношение диагональных и поперечных трещин равно.

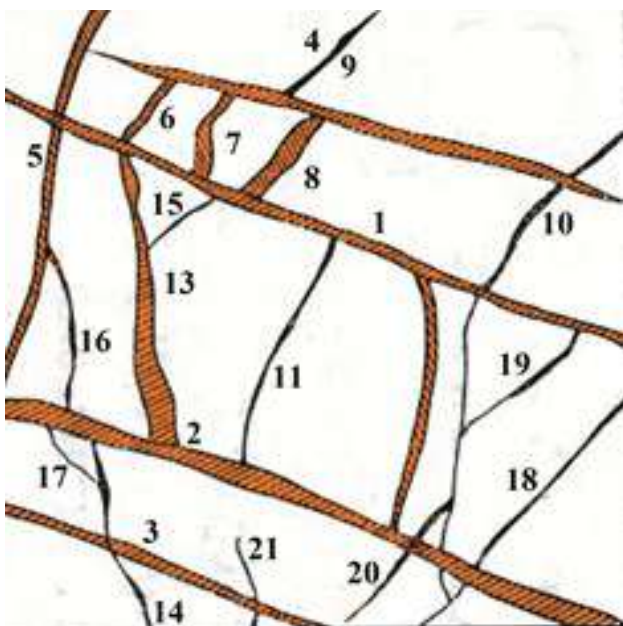


Рис. 1. Зарисовка расположения трещин в массиве для подсчета трещинной пустотности.

Сиенито – диориты и сиениты, имеющие, в основном, 5 систем трещин, образуют блоки параллелопипедальной формы. Исходя из формы блоков, уступы в сиенито-диоритах и сиенитах менее устойчивы по сравнению с уступами в других породах.

Изучение характера деформации больших массивов трещиноватых горных пород показало, что на устойчивость откосов залегания не сплошные трещины не влияют. Что касается сплошных трещин значительного протяжения, то их залегание может оказать решающее влияние на устойчивость откосов.

В данное время в карьере месторождения «Ёшлик» обнаруживается много трещин, размеры которых достигают 10-30 и более метров по простиранию и падению. По таким трещинам, обычно, происходит заоткоска уступов высотой 10 м, 15 м и 20 м. Около половины этих трещин падает в сторону массива или диагонально простиранию бортов.

Визуальным наблюдением установлено, что трещины большей частью заполнены известковистым и глинистым материалом. В выветрелых породах трещины довольно часто выражены менее четко. Отмечено очень много микротрещин выветривания, невидимых невооруженным глазом, но способствующих разрушению пород под воздействием выветривания. Процесс физического выветривания наиболее интенсивно протекает на склонах и вершинах гор за пределами месторождения сложенных сиенитами диоритами и известняками. Резкое колебание температуры в течение суток, замерзание и оттаивание вод в трещинах и микротрещинах пород способствует их разрушению.

Карабулакский разлом и Кальмакырский взброс-сдвиг проходящие в широтном направлении (в пределах проектного контура карьера), является наиболее крупными ослабленными зонами. Между ними образован крупный тектонический блок, расчленен многочисленными разломами различного направления более мелкого порядка на массивные участки с различной конфигурацией крупных трещин, причем преимущественное развитие здесь получили разрывы северо-восточного направления.

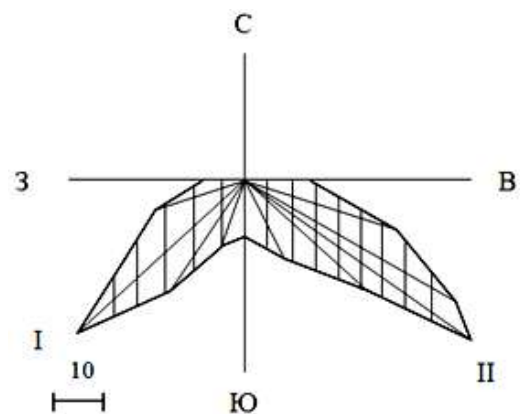


Рис. 2. Роза трещин. I-II – системы трещин: I- аз. пр. ЮЗ 205-245°; II-аз. пр. ЮВ 150-180°; 10-число измерений.



Карабулакский разлом падает почти вертикально ( $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) [3].

Изучение трещиноватости массива горных пород с учетом геолого-тектонического строения месторождения, показывает, что к ослабленным зонам относятся крупные и мелкие тектонические нарушения, прилегающие к ним участки, т.е. переходные зоны и крупные трещины. В них возможно развитие различных деформаций типа оползней, обвалов и осыпей, затрудняющих процесс эксплуатации месторождения с ростом глубины карьера.

Мощность зоны дробления (с крупными трещинами) достигает местами 95 м, а Кальмакырский взброс-сдвиг под углом  $65^{\circ}$  падает на юг. Мощность зон дробления достигает 30 м.

В северо-восточном направлении простирается центральный разлом, имеющий юго-восточное падение под углом  $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$ . Зона дробления разлома выражена сильно перетертыми породами тонкими прослойками глинки-трения. Эта зона четко выделяется своим черновато-серым цветом на фоне лимонитизированных пород. Кроме этих региональных тектонических нарушений в пределах карьерного поля геологическими исследованиями обнаружено большое количество разломов местного значения имеющих преимущественно субширотное и северо-восточное простирание, падающих под углами  $55^{\circ}$ - $80^{\circ}$ . Мощность зон дробления разломов до 20 м [3].

Зоны дробления тектонических нарушений характеризуются низкими прочностными свойствами горных пород и высокой степенью трещиноватости их. С глубиной отмечается увеличение размеров облоков пород. Величина удельной трещиноватости достигает 80 и более. Заполнителем трещин является, в основном, глина трения и собственно измененный материал.

При разработке месторождения, когда разрывные нарушения или крупные трещины будут развиты параллельно борту и падают углами  $30 - 60^{\circ}$  в сторону чаши карьера, будут развиваться оползни, обвалы и осыпи. Обвалы образуются в основном, в тех случаях, когда ось разлома перпендикулярна борту карьера или направлена под углом к нему что и происходило в карьере Кальмакыр. Основной причиной их образования будут являться осуществления взрывов. К ослабленным зонам будут приурочены наиболее крупные осыпи. Обычно скорость осыпания зависит от фактора времени, т.е. времени обновления уступов, климатических факторов и углов заложения откосов.

Количественная оценка степени трещиноватости пород показывает, что в вертикальном разрезе (до проектной глубины карьера) трещиноватость почти не будет изменяться. Увеличение трещиноватости отмечается близ зон тектонических нарушений и на контактах разновидностей горных пород. Кроме естественных (тектонических и нетектонических) трещин в процессе разработки месторождения будут формироваться искусственные трещины связанные с разгрузкой пород, а также

взрывными работами. Параметры этих трещин будут со временем изменяться. На стационарных бортах карьера будет наблюдаться раскрытие «Залеченных» трещин. Ширина раскрытия местами достигает 2 мм. Подобное изменение трещиноватости может наблюдаться по мере углубления карьера «Ешлик».

Таким образом, необходимо отметить что, в дальнейшем, когда высота бортов карьера будет расти, к горнотехническим факторам, отрицательно влияющим на устойчивость уступов будут относиться трещиноватость горных пород и ведение буровзрывных работ, а также неточный выбор углов заоткоски уступов. Массовые взрывы создают зону частичного дробления, распространяющуюся на 40-60 м от скважины. При углублении ослабленных участков уступов будет снижаться, особенно на участках сложенных сильно трещиноватыми породами, склонными к интенсивному выветриванию или имеющими неблагоприятно ориентированные тектонические и нетектонические трещины и нарушения, а также при подпитывании водой (подземной) изверженных магматических пород [2]. Из-за ослабленных участков необходимо уменьшать общий угол наклона борта карьера.

В массиве вмещающих интрузивных магматических пород плотность изменяется незначительно от 2,54 до 2,66  $g/cm^3$ . Для сульфидных руд она составляет 2,60  $g/cm^3$ , смешанных- 2,55  $g/cm^3$  и окисленных- 2,50  $g/cm^3$ . Предел прочности при сжатии изменяется от 111,5 МПа для сиенито-диоритов до 49 МПа для кварцевых порфиров в водонасыщенном состоянии он снижается в среднем на 25%.

Изучение прочностных свойств пород показывает, что большой диапазон прочностных показателей, что связано с различной трещиноватостью пород и составом заполнителя трещин.

Закономерность изменения прочностных свойств по глубине не установлена. Однако несомненно просматривается зависимость от структурных особенностей массива пород. Прочность пород резко падает в (7-8 раз) в зонах тектонических нарушений и в 4-5 раза в сильно трещиноватых породах. Потеря прочности при увлажнении достигает 67%. Скальные породы месторождения по прочности были отнесены к средним и крепким, прочность которых изменяется в пределах 29,8-153,5 МПа. Наиболее прочными являются кварцевые порфиры и диориты, прочность которых на юго-западном борту достигает 124-154,0 МПа. Гранодиорит-порфиры обладают средней прочностью 49,7-106,5 МПа.

Наиболее слабыми на месторождении оказались сиенито-диориты, особенно на северо-восточном борту. Прочность сиенито-диоритов колеблется в пределах 35-66 МПа. В зонах разлома и тектонических нарушений прочность их заметно снижается до 6,5-33 МПа.

Установлено, что увеличение влажности приводит к снижению как угла внутреннего трения, так и сцепления. Это объясняет увеличение скоростей смещения массива в период интенсивного выпадения осадков.



Согласно вышеприведенным инженерно-геологическим сведениям прочность массива горных пород резко падает в зонах тектонических нарушений, особенно сильно трещиноватых увлажненных породах. Это положение дает основание проведению специальных экспериментальных исследований для подготовки новых конкретных рекомендаций с целью определения параметров и технологии ведения взрывных работ (удельный расход ВВ, сетки расположения скважин и т.д.). В конечном итоге может быть создана новая нормативная документация по взрывным работам в твердых трещиноватых породах.

В современных теориях разрушения широко ис-

пользуется понятие «прочность» породы. Обычно прочность определяется величиной критических напряжений, при которых происходит разрушение среды (породы) и зависит от наличия дефектов в её структуре (поры, трещины и др.). Количественно свойства трещиноватого массива оцениваются удельной трещиноватостью, величиной раскрытия материалом наполнителя, ориентированием основной системы трещин относительно поверхности на которую производится отбойка, при этом в зависимости от конкретных условий взрыва, свойства ВВ и трещиноватости пород приоритет получает той или иной фактор действия взрыва [4].

#### Библиографический список

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная петрология. «Недра», Ленинград. 1984.
2. Исоматов Ю.П. О влиянии комплексных геологических факторов при открытой разработке месторождения Алмалыкского рудного поля (на примере месторождения Кальмакыр). Горный вестник Узбекистана, № 2, 2003.
3. Коллектив. Медно-порфировые месторождения Алмалыка. Т.: «Фан», 1974.
4. Мосинец В.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. М.: Недра, 1976.
5. Кутузов Б.Н.. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности) часть II. Учебник для Вузов. 3 издание, переработанное, дополненное. М.: Издательство Московского Государственного Горного университета, 1994.





## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА КУСКА ВЗОРВАННЫХ ПОРОД ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ



**Махмудов Д.Р.,**  
заведующий кафедрой «Геотехнология  
угольных и пластовых месторождений»  
ТашГУ им. И. Каримова.

*Maqolada ommaviy portlatilgan jinslarning o'rtacha o'lchamlarini aniqlash keltirilgan. Ko'p karrali portlatish zuriqmasi orqali kon jinslarini mustahkamlik chegarasini kamayishi, mikro- va makrodarzliliklarning paydo bo'lishi tavsiflanadi: siqilishga 28-45%, chuzilishga 38-60% ekanligi tog' jinsining statik mustahkamligiga bog'liq ekanligi aniqlandi. Portlatilgan kon massasining o'rtacha o'lchamlari parabolik qonuniyat bo'yicha o'zgarishi bo'zmasdan portlatiladigan zuriqishlar soni va uning amplitudasi, hamda portlovchi moddaning solishtirma sarfiga bog'liqligi aniqlandi.*

**Tayanch iboralar:** tog' jinsi, ommaviy portlatish, ko'p karrali portlash zuriqmasi, mikro- va makrodarzliliklar, mustahkamligining kamayishi, statik mustahkamlik, portlatilgan kon massasining o'rtacha o'lchami, portlatish zuriqmasi, amplituda, solishtirma sarf, portlovchi modda, , siqilishga va cho'zilishga mustahkamligi.

*The article considers the definition of the average size of a blasted rock piece during mass explosions. A reduction in the rock strength limit is described, characterized by the appearance of micro- and macro-tritium under the action of multiple explosive loads: during compression by 28-45%, while stretching by 38-60%, depending on the limit of the static strength of the rocks. Parabolic regularities are established for the change in the average size of the blasted rock mass, depending on the number of cycles of nondestructive explosive loading and their amplitude, as well as the specific consumption of explosives.*

**Key words:** rocks, mass explosion, multi-cyclical explosive load, micro and macro cracks, strength decrease, statistical strength, average size of the blasted rock, explosive loading, amplitude, specific consumption, explosives, statistical strength, compressive strength and tensile strength.

Одним из главных направлений повышения эффективности горно-металлургических производств является интенсификация технологических процессов, связанных с добычей и переработкой полезных ископаемых. В этой цепи особое место занимают буровзрывные работы, изменения параметров которых, существенно влияет на технико-экономические работы горного и дробильно-обогащительного оборудования.

Как показал ряд исследований [1], повышение интенсивности взрывных нагрузок путем повышения энергонасыщенности взрываеваемого массива, за счет увеличения удельного расхода взрывчатых веществ (ВВ), оказывает существенное влияние на показатели механической переработки руды. Исследованиями [1], также установлено, что наряду с уменьшением видимых размеров кусков взорванной горной массы, снижается их прочность, что существенно облегчает процесс механического дробления и измельчения руд, что в свою очередь обеспечивает повышение производительности мельниц и улучшает качество концентрата.

Для подтверждения теоретических исследований и в частности дробления и снижения прочности раздробленных горных пород под действием многократных взрывных нагрузок проведены полигонные эксперименты по определению снижения прочностных, упругих и дефор-

мационных свойств различных типов горных пород, соответствующих условиям карьера «Мурунтау» [2, 3].

В первой серии экспериментальных исследований ставилась задача по определению снижения прочности различных типов горных пород, во второй в установлении качества дробления цилиндрических образцов горных пород под действием многократных динамических нагрузок создаваемых взрыванием электродетонаторов мгновенного действия. Образцы цилиндрической формы из сланцев углисто-слюдистых и слюдисто-кварцевых, а так же углistosлюдистых, слюдистокварцевых пород, всего выделены 4 группы по 5 цилиндрическим образцам горных пород, которые подвергались 1, 2, 3, 4 и 5-х кратному взрывному нагружению, путем подрыва электродетонаторов мгновенного действия по методике [4].

В третьей серии экспериментальных исследований ставилась задача по установлению зависимости изменения среднего диаметра куска взорванных горных пород в от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ. Здесь так же, как и в проведенных ранее испытаниях, выделены 4 группы по 5 образцам цилиндрической формы. Каждая группа подвергалась 1, 2, 3, 4 и 5-х кратному взрывному нагружению, без разрушения цилиндрических образцов.

Обработка результатов полигонно-



экспериментальных исследований по определению прочностных, упругих и деформационных свойств исследованных типов горных пород проводилась по методикам [5-7]. При этом необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации  $K_{вар}$  допускаемой ошибки  $K_{доп}$  и задаваемой надежности  $P$ . Число экспериментов определялось по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{вар}^2}{K_{доп}^2} \quad (1)$$

где  $t$  – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности  $P$ .

Для научно-исследовательских работ рекомендуются значения  $P=0,9$ ,  $K_{доп}=5-10\%$ . Величина  $K_{вар}$  устанавливается путем статистической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{вар} = \frac{\delta}{M} 100\%, \quad (2)$$

где  $\delta$  – среднее квадратичное отклонение;

$M$  – математическое ожидание результатов измерения,

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M)^2}{n-1}}, \quad M = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (3)$$

где  $X_i$  – отдельные результаты измерения,  $n$  – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации  $K_{вар}$ , лежащих в пределах,  $K_{доп}=5-10\%$  получены значения  $n=3-4$  – число экспериментов для каждой точки наблюдения.

Определен средний размер куска взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ, графики зависимости которых приведены на рис. 1.

Из рис. 1 (кривая 1) приведены изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равном  $0,5 \text{ g/kg}$  для исследования типов горных пород. Исследования показывают, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагружения до 2 циклов, средний размер взорванной горной массы снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов приводит к ухудшению качества взрывного дробления горных пород.

Из рис. 1 (кривая 2) приведены изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равном  $1 \text{ g/kg}$  для исследованных типов горных пород. Исследованиями установлено, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагружения до 2 циклов, при повышенных удельных расходах ВВ ( $1 \text{ g/kg}$ ) средний размер взорванной горной массы интенсивно снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов приводит к ухудшению качества взрывного дробления горных пород.

Таким образом, дроблению горных пород взрывом

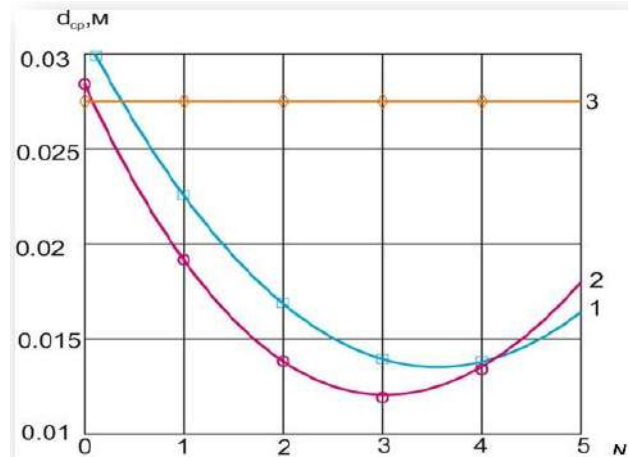


Рис. 1. График зависимости изменения среднего размера куса взорванных горных пород от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ.

способствуют явления снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород, причем характерна начальная стадия, когда из общей массы микротрещин еще не выделились крупные макротрещины и их рост еще не начался.

В результате статистической обработки полигонных испытаний по определению среднего размера куса взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ получены, соответственно эмпирические формулы их расчета:

$$d_{ср} = 1,393 \cdot 10^{-3} \cdot N^2 - 9,879 \cdot 10^{-3} \cdot N + 0,031 \quad (4)$$

Коэффициент корреляции для уравнения (1) составляет  $0,92 \pm 0,02$ .

$$d_{ср} = 1,768 \cdot 10^{-3} \cdot N^2 - 0,011 \cdot 10^{-3} \cdot N + 0,028 \quad (5)$$

Коэффициент корреляции для уравнения (2) составляет  $0,93 \pm 0,02$ .

#### Основные выводы.

1. Разработана методика исследования дробления и снижения прочности раздробленных горных пород под действием многократных взрывных нагрузок создаваемой взрыванием серии скважинных зарядов ВВ в полигонных условиях.

2. Установлено, что снижение прочности горных пород, характеризующееся появлением микро- и макротрещин под действием многократных нагрузок возникает при снижении их прочности при сжатии на 28-45%, при растяжении на 38-60% от предела статической прочности горных пород, при действии многоциклических взрывных нагрузок.

3. Установлены параболические закономерности изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от числа циклов неразрушающего взрывного нагружения и их амплитуды, а также удельного расхода ВВ. Исследованиями также установлено, что дробление горных пород взрывом способствует снижению прочностных свойств породы, начиная с начальной стадии, когда из общей массы микротрещин еще не выделились крупные макротрещины и их рост еще не начался.



Библиографический список

1. Репин Н.Я. Подготовка и экскавация вскрышных пород угольных разрезов. - М.: Недра, 1978.
2. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. - М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. - 696 с.
3. Рубцов С.К., Шеметов П.А. Управление взрывным воздействием на горный массив при открытой разработке месторождений / отв. ред. д.т.н., проф. Ю.Д. Норов; Навоийский горно-металлургический комбинат. - Т.: Фан, 2010. - 400 с.
4. Лукьянов А.Н. Разработка научных основ, исследование и внедрение методов и средств интенсификации технологических процессов при открытой разработке скальных сложноструктурных месторождений отрасли: дис. докт. техн. наук. - М.: 1983. - 452с.
5. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1996. -С. 139-141.
6. Математическая статистика. / Под ред. Дина А.Н. - М.: Высшая школа, 1975. -398 с.
7. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭЦВМ. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. -53 с.

УДК 622.26

© Раимжанов Б.Р., Райимов С.С., Наимова Р.Ш. 2018 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРТОВОГО МАССИВА ПРИ НАГРУЖЕНИИ ОТКОСА ОТВАЛОМ



**Раимжанов Б.Р.,**  
зам. директора по науке Узбекского научно-исследовательского и проектно-испытательского института геотехнологии и цветной металлургии «O'zGEORANGMETLIT»,  
докт. техн. наук, проф.



**Райимов С.С.,**  
зам. главного инженера по горным работам рудника Мурунтау ЦРУ НГМК.



**Наимова Р.Ш.,**  
доцент кафедры «Горное дело» ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.

*Ushbu maqolada chuqur karyer bortining qiyaligida joylashgan otvallarning matematik modellashtirish birinchi marta amalgam oshirilganligi ko'rsatilgan.*

*Qilingan hisoblar natijasida shuni xulosa qilish mumkinki, tog jinslaridan iborat bo'lgan bort yoni qiyaligi ag'darmalarni shakllanishidagi turg'unlik lokal zonalarning paydo bo'lishi etimoldan uzoq.*

**Tayanch iboralari:** karer, ag'darma, kon jinslari, kon jinslarining fizik-mexanik xususiyatlari, ruda, kon chuqurligi, kon massasi, tog' jinsning ichki ishqalash koeffitsienti, ruda sifati, solishtirma og'irligi.

*In this paper, we show for the first time the application of mathematical modeling of slope heaps of deep quarry edges. On the basis of the calculations performed, it can be concluded that the formation of dumps on the slope of the rock massif from rock formations makes local formation of instability unlikely.*

**Key words:** quarry, heap, rocks, physical and mechanical properties of rocks, ore, pit depth, rock mass, internal friction coefficient of the rock, ore grade, specific volume.

Дальнейшее увеличение глубины карьера «Мурунтау» естественным образом ведет к росту транспортных расходов на доставку пород из рабочей зоны карьера в отвалы, что в целом увеличивает себестоимость добычи руды. Для уменьшения влияния перечисленных факторов на экономические показатели открытой разработки месторождения применяются технологические схемы ведения работ с

размещением вскрышных пород в выработанном пространстве, что в карьере «Мурунтау» предложено реализовать путем формирования внутреннего отвала на откосе борта. Предложенное технологическое решение предполагает наличие в карьере участков борта, поставленного в предельное положение, с углом откоса меньше угла естественного откоса пород.

С целью предотвращения деформационных про-

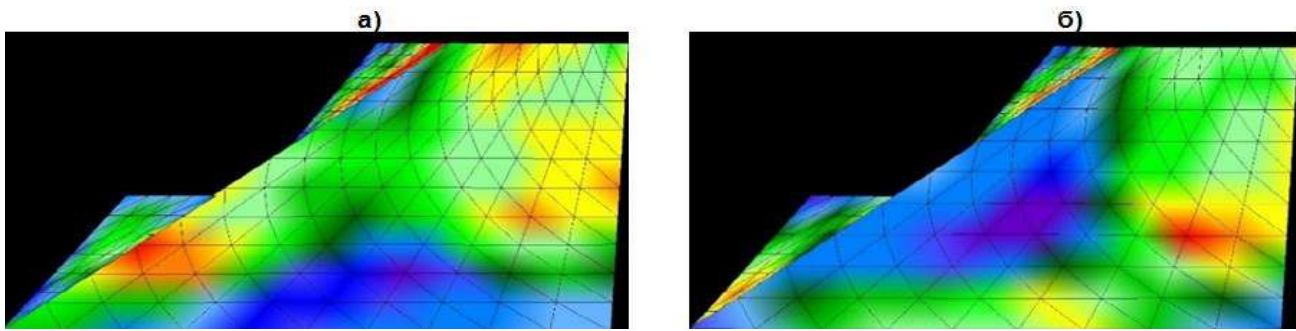


Рис. 1. Изменение распределения внутренних напряжений в прибортовом массиве при постоянном угле внутреннего трения в породах отвала ( $30^\circ$ ) и разных углах внутреннего трения в породах массива:  $10^\circ$  (а) и  $30^\circ$  (б).

цессов для решения данной задачи возникла необходимость проведения исследований напряженного состояния прибортового массива при нагружении отвалами откоса борта карьера.

Исследование напряженного состояния прибортового массива при нагружении откоса отвалом проводилось в два этапа и в широком диапазоне изменения характеристик объекта (высоты, углов откоса, свойств пород), поскольку поставленная задача решалась в условиях неопределенности [1-3].

На первом этапе исследований были получены результаты расчетов коэффициента прочности прибортового массива для характерных пород при разной высоте и угле наклона откоса. Полученные результаты по характеру распределения коэффициента прочности в прибортовом массиве пород показали зависимость

размера локальной зоны неустойчивости от геометрических параметров откоса. При этом установлено, что при постоянном значении угла внутреннего трения, силы сцепления и плотности пород с увеличением высоты и угла откоса в пределах  $\pm 10\div 20\%$  коэффициент устойчивости прибортового массива уменьшается незначительно ( $\leq 10\%$ ).

На следующем этапе исследований было определено влияние на коэффициент устойчивости откоса дополнительной нагрузки (отвала) в верхней, средней, нижней части и по всей длине откоса при следующих параметрах: высота откоса  $H=500\text{ m}$ ; угол откоса  $\alpha=30^\circ$ , угол внутреннего трения пород  $\varphi=34^\circ$ , сцепление пород  $c=55,5\text{ t/m}^2$ , плотность пород  $\rho=2,7\text{ t/m}^3$  с учетом дополнительной пригрузки плотностью  $\rho_0=1,8\text{ t/m}^3$ .

Анализ полученных данных показывает, что в пер-

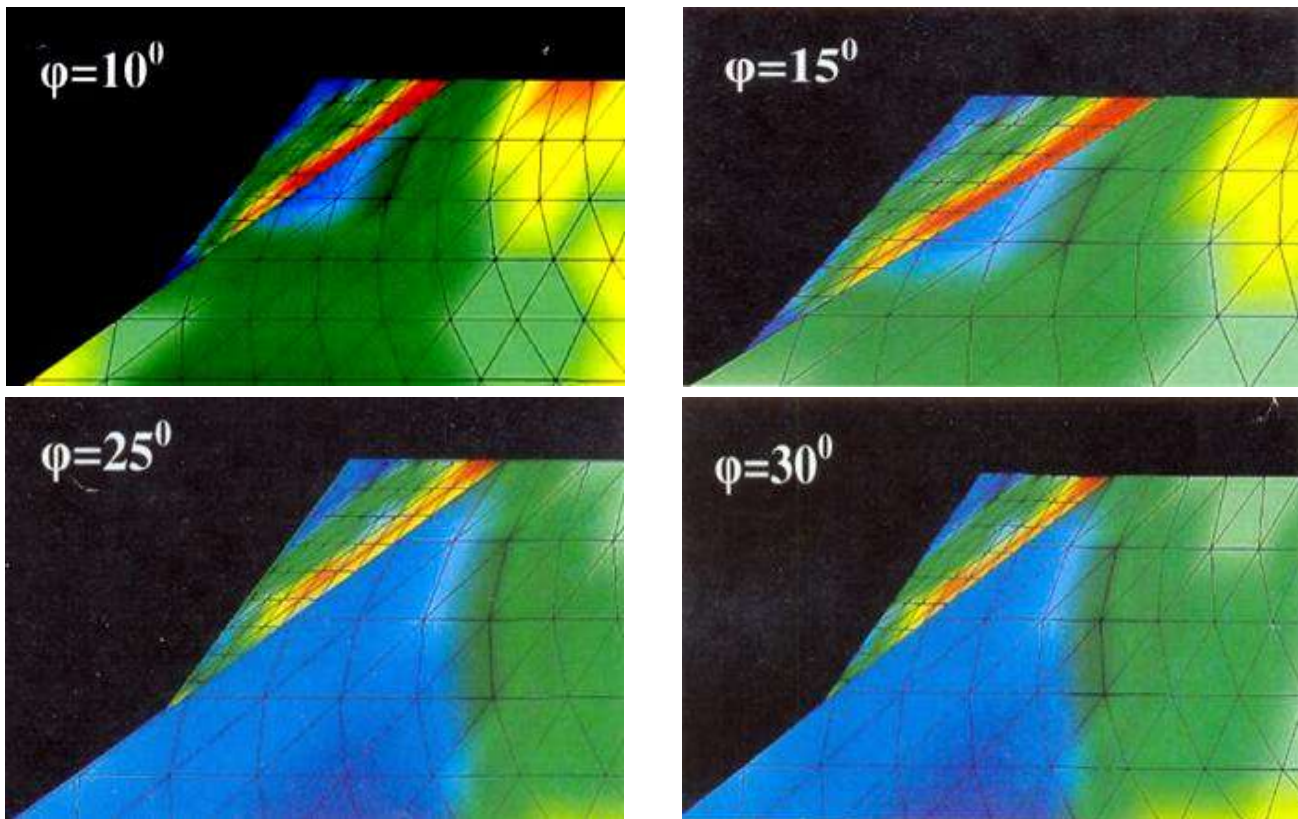


Рис. 2. Изменение распределения внутренних напряжений в прибортовом массиве при постоянном угле внутреннего трения в его породах и разных углах внутреннего трения  $\varphi$  в породах отвала.

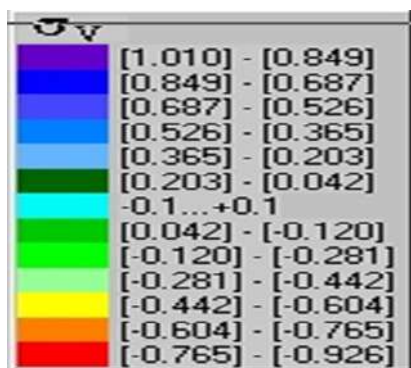


Рис. 3. Распределение напряжений по цвету: сжатие – красный, растяжение – синий.

вом варианте устойчивость прибортового массива в месте пригрузки откоса повышается на ~10%, а в варианте размещения по всей длине откоса – в массиве отвала образуется зона неустойчивости. Такое перераспределение напряжений может быть объяснено увеличением удерживающей компоненты силы тяжести.

Исследования влияния угла внутреннего трения пород в прибортовом массиве и «висячем» отвале на распределение напряжений в прибортовом массиве рассмотрено на примере размещения двух отвалов одновременно в верхней и нижней части откоса. Распределение напряжений в массиве представлено на рис. 1 и 2, а на рис. 3 – градация напряжений по цвету.

Анализ полученных данных позволил установить, что максимальные касательные напряжения возникают в зоне контакта отвала с прибортовым массивом. Из этого следует логический вывод о том, что наиболее вероятно развитие нарушений будет проходить по приграничному слою отвала, а не по прибортовому массиву (рис. 1, 2). При этом максимальное воздействие отвала на прибортовой массив возникает, когда углы внутреннего трения в породах отвала и массива совпадают.

Кроме того, анализ распределения напряжений (рис. 3) позволил дополнительно установить, что при углах внутреннего трения в породах отвала, не превышающих угла внутреннего трения пород массива, разрушающие нагрузки связаны с центром массы

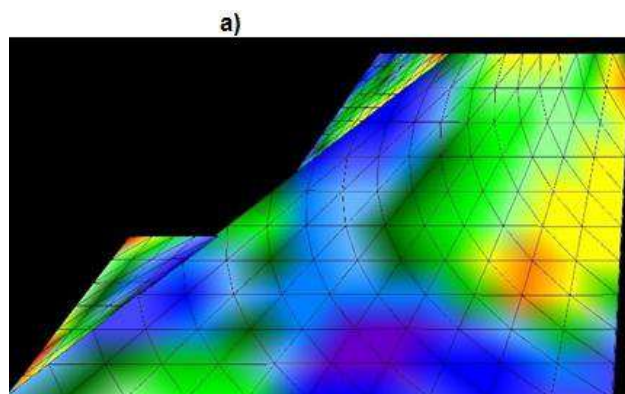


Рис. 5. Зависимость глубины влияния высоты «висячего» отвала на тангенциальные напряжения в прибортовом массиве.

отвала и формируются непосредственно под отвалом. При углах внутреннего трения в породах отвала, равных или превышающих угол внутреннего трения пород массива, разрушающие нагрузки связаны с тангенциальными напряжениями, формирующимися в зоне упора отвального массива.

На рис. 4 показано влияние пластических свойств пород на характер и распределение напряжений в прибортовом массиве.

Анализ полученных изображений показывает, что:

- в пластических массивах основные напряжения имеют растягивающий характер и связаны с центром масс отвала, который значительно влияет на прибортовой массив (продавливает);

- в скальных массивах наибольшие напряжения возникают по приграничному слою отвала, а влияние вышележащего отвала проявляется в зоне нижележащего отвала, где формируются значительные сдвигающие напряжения.

Математическое моделирование влияния высоты «висячего» отвала на распределение напряжений в прибортовом массиве (угол внутреннего трения пород борта –  $34^{\circ}$ , коэффициент сцепления пород борта –  $3 \text{ MPa}$ , пород отвала –  $0,02 \text{ MPa}$ ) показало, что (рис. 5, 6):

- глубина распределения тангенциальных напряжений в прибортовом массиве находится в прямой нелинейной зависимости от высоты отвала,

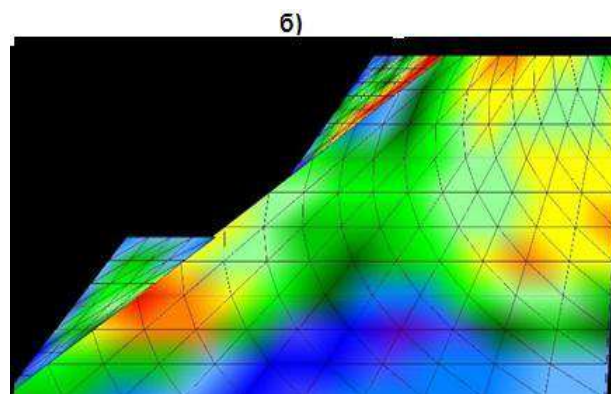


Рис. 4. Распределение напряжений в нагруженном прибортовом массиве из пластических (а) и скальных (б) пород.

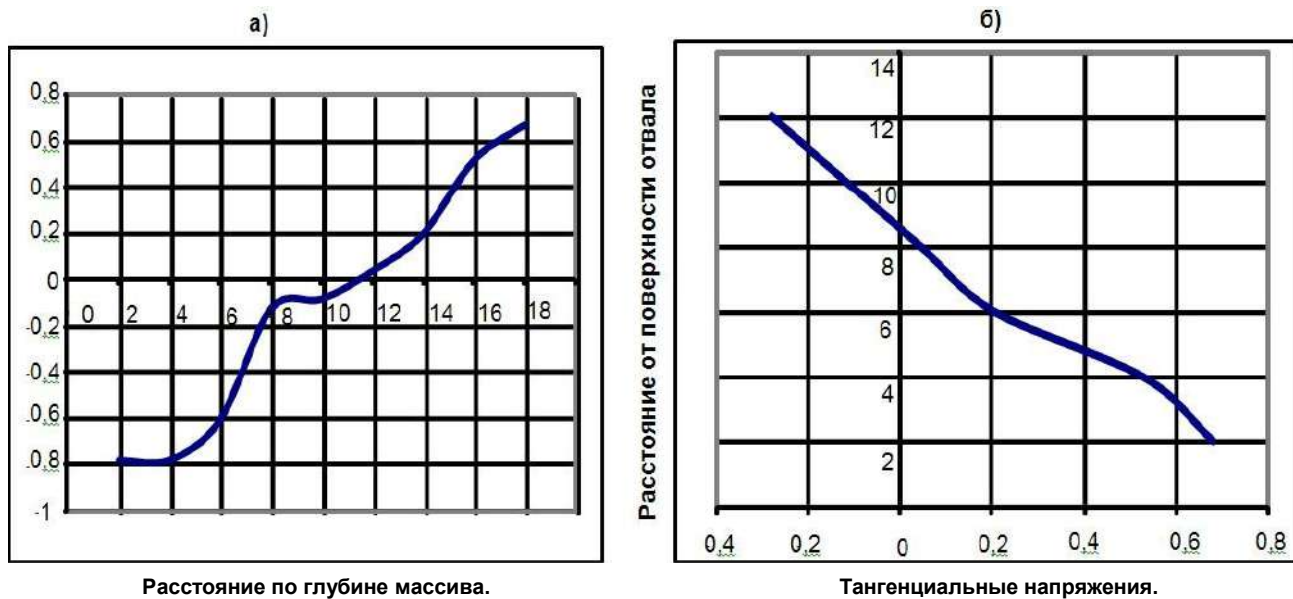


Рис. 6. Распределение касательного тангенциального напряжения в массиве борта в зависимости от расстояния вглубь массива нагруженного отвалом по линии проходящей через центр тяжести отвала (а), и расстояния от поверхности отвала до борта карьера по проходящей через центр тяжести отвала (б).

поэтому с увеличением высоты отвала, его продавливающее действие снижается, что вероятно связано с увеличением его площади и энтропийным перераспределением напряжений;

– для прибортового массива с «висячим» отвалом на откосе в распределении касательных напряжений четко выделяется зона влияния отвала, зона релаксации напряжений и зона давления прибортового

массива (рис. 6, а), а для «висячего» отвала характерен равномерный рост напряжений по мере увеличения расстояния от его поверхности (рис. 6, б).

Таким образом, на основе выполненных расчетов можно сделать вывод о том, что при формировании отвалов на откосе прибортового массива из скальных пород образование локальных зон неустойчивости маловероятно.

**Библиографический список**

1. Шеметов П.А., Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. Повышение эффективности использования техногенных ресурсов глубоких карьеров. - Т.: Фан, 2011. -181 с.
2. Рахимов В.Р., Шеметов П.А., Федянин А.С. Прогноз устойчивости бортов глубоких карьеров и организация системы геодинамического мониторинга // Горный вестник Узбекистана. 2003. № 3. - С. 85-87.
3. Салямова К.Д., Султанов К.С., Меликулов А.Д. Решение задачи оценки устойчивости откоса бортов карьера численными методами механики // Материалы республиканской научно-технической конференции «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке». Москва-Навои, 2007. -С. 480–481.





## ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛА КАРЬЕРА «МУРУНТАУ»



**Равшанов А.Ф.**,  
главный инженер  
ЦРУ НГМК.



**Раимжанов Б.Р.**,  
зам. директора по науке  
Узбекского научно-  
исследовательского и  
проектно-изыскательского  
института геотехнологии и  
цветной металлургии  
«O'zGEORANGMETLITI»,  
докт. техн. наук, проф.



**Наимова Р.Ш.**,  
доцент кафедры  
«Горное дело»  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.



**Норова Х.Ю.**,  
ассистент кафедры  
«Горное дело»  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Ushbu maqolada karyer bortlarining ag'darmalaridagi ichki ag'darmaning joylashiga bo'lgan talablar asoslangan, ular kon jinrlarining tabiiy qiyalik burchagining kichikroq burchakga nisbatan chegara pozitsiyasida o'rnatilgan. Chiqur karyerning bort qiyaligidagi ichki ag'darmaning havfsiz shakllanishga ko'yilgan talablar asosidagi ilmiy-tadqiqotlar natijasida bort yonidagi massiv cheksiz chegaralar bilan blok tuzilishiga egaligi aniqlangan, shu bilan birga, qazib olish maydonchasi ostidagi konlarni ishchi hududida qazib olishni davom ettirishni hisobga olish kerak, bu "osilgan" ag'darmani shakllantirish xavfsizligiga yuqori talablarni talab qilmoqda. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida deformatsiyaning asosiy sababi seysmik ta'sir bo'lganligi aniqlangan, ularning balandligi  $200000 \div 250000 \text{ m}^3$  hajmida  $120 \div 150$  metrga erishish mumkin. Shuning uchun, bort qiyaligidagi ag'darma o'lchami kattaligi kamida  $100 \div 150 \text{ m}$  bo'lishi va mumkin bo'lgan deformatsiyani qoplash kerak.*

**Tayanch iboralar:** karyer, bort, turg'unlik, ag'darma, xavfsizlik, karyer ishqalash zonasi, tabiiy qiyalik burchagi, kon jinsi, deformatsiya, seysmik ta'sir, spektral daraja, ko'chkilar, zilzilala, texnogen portlashlar, yagona ag'darma, prognoz, deformatsiyalar hajmi.

*This article substantiates the requirements for placing an internal dump on the slopes of the quarry sides, placed in the limit position at an angle less than the angle of the natural slope of the rocks. Investigations to justify the conditions for the safe formation of the internal dump on the slope of the deep quarry side have established that the adjacent rock mass has a block structure with indefinite boundaries, and it is necessary to take into account the continuation of mining operations in the working zone of the quarry below the dumping site, which exposes increased requirements for the safety of the formation of such a "hanging dump". It has been established by the studies that the main cause of deformation is seismic action, and their height can reach  $120 \div 150 \text{ m}$  at a volume of up to  $200 \div 250$  thousand  $\text{m}^3$ . Therefore, the size of the dump along the side slope should be at least  $100 \div 150 \text{ m}$  and cover possible deformation.*

**Key words:** quarry, board, stability, dump, safety, working quarry, angle of natural slope, rock, deformation, seismic impact, spectral level, landslide, earthquake, man-made explosions, single dump, forecast, deformations volume.

Условия безопасности открытых горных работ в карьере «Мурунтау» обеспечивается предотвращением самопроизвольных оползней и обрушений бортов, уступов, отвалов в выработанное пространство, а также разработкой и внедрением мероприятий, уменьшающих воздействие перечисленных факторов на режим работы карьера, горнотранспортного оборудования и безопасность персонала. При этом дальней-

шее увеличение глубины карьера «Мурунтау» естественным образом ведет к росту транспортных расходов на доставку и перевозку горной породы из нижних рабочих горизонтов карьера в отвалы, что в целом увеличивает себестоимость добычи руды [1, 2]. Для снижения влияния перечисленных факторов на экономические показатели открытой разработки месторождения применяются технологические схемы



ведения работ с размещением вскрышных пород в выработанном пространстве, что в карьере «Мурунтау» предложено реализовать путем формирования внутреннего отвала на откосе борта. Предложенное технологическое решение предполагает наличие в карьере участков борта, поставленного в предельное положение, с углом откоса меньше угла естественного откоса пород. Такой участок, соответствующий предъявляемым требованиям, имеется на Западном борту карьера «Мурунтау».

Выполненные исследования по размещению внутреннего отвала на откосе Западного борта карьера «Мурунтау» показали, что прибортовой массив имеет блочное строение с неопределенными границами. Такая неопределенность повышает риск развития деформаций прибортового массива при его нагружении отвалом. При этом следует учитывать продолжение горных работ в рабочей зоне карьера, что предъявляет повышенные требования к безопасности формирования такого «нависающего» отвала. В данной работе представлено обоснование параметров потенциальных деформаций прибортового массива на участке размещения «висячего» отвала.

Одна из главных причин деформации приконтурного массива карьеров - возникновение собственных колебаний в массиве оползня, который представляет собой тело, имеющее размеры и ограниченное снизу основанием с другими по отношению к нему упругими свойствами. Сейсмические волны, многократно отраженные на границах будущего оползня, вызывают в оползневом теле резонанс, которое как бы вибрирует и отслаивается по контактной поверхности. Любое горнотехническое сооружение в течении всего срока своего существования находится в поле напряжений и перемещений, вызванных сейсмическим действием естественных и техногенных (взрывных) землетрясений [1].

Взаимосвязь деформаций бортов и отвалов карьера «Мурунтау», приведенная к дням произведенных

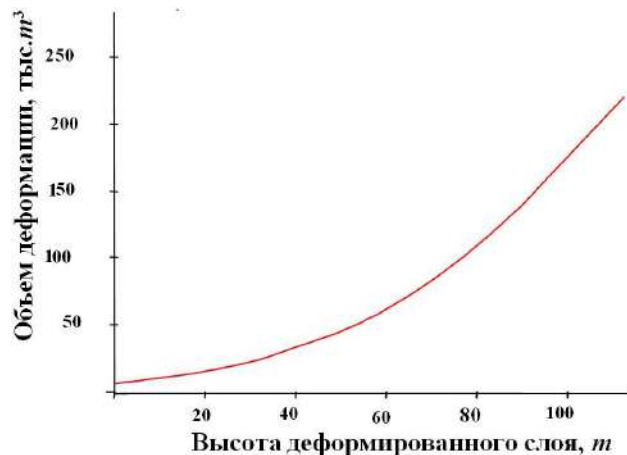


Рис. 1. Зависимость объема деформированного массива от высоты деформированного слоя пород.

взрывов за период 1984-1997 гг. характеризуется следующим образом:

- в день взрыва 23 %;
- спустя 24 h после взрыва 11 %;
- спустя 48 h после взрыва 44 %;
- спустя 72 h после взрыва 22 %.

Таким образом, в 77 % случаев возникновение деформаций бортов и отвалов карьера следует ожидать в среднем через 38-40 h после проведения массовых взрывов.

В качестве критерия, определяющего сейсмическое действие на элементы карьера «Мурунтау», был принят спектральный уровень (спектральная плотность излучения) горизонтальных колебаний горных пород на частоте, равной частоте основного тона собственных колебаний бортов карьера, уступов и отвалов для землетрясения интенсивностью 7 и 8 баллов по MSK.

Карьер «Мурунтау» расположен в сейсмоопасном регионе, где возможны землетрясения интенсивностью до 8 баллов по шкале MSK, которые являются источниками мощных сейсмических

Таблица 1

Прогнозные оценки объемов деформированной массы бортов карьера Мурунтау от возможного землетрясения интенсивностью  $J = 8$  баллов по шкале MSK

Параметры	Значение					
Высота борта, уступа, отвала или склада на карьере $H_c, m$	20	30	40	60	80	100
Резонансная частота слоя $f_{рез}, Hz$	6,8	4,8	3,9	3,0	2,4	2,1
Частотный диапазон выделения максимума энергии колебаний, $f Hz$	5,8-7,8 (0,17-0,13)	3,8-5,8 (0,26-0,17)	2,9-4,9 (0,34-0,2)	2-4 (0,5-0,25)	1,4-3,4 (0,71-0,29)	1,1-3,1 (0,9-0,32)
Средняя спектральная плотность смещения системы в резонансном диапазоне частоты $S_w^{рез}, mm/s$	0,52	0,47	1,0	1,7	2,6	3,2
«Продолжение»						
Объемы возможных оползней $V$ по графику на рис. 1.7, тыс. $m^3$	10-50		7,5-45	70-400		300-1200 800-1600 1300-2500
Вид оползня	мелкие и средние вид деформации - оползни откосов или оползни основания откосов					

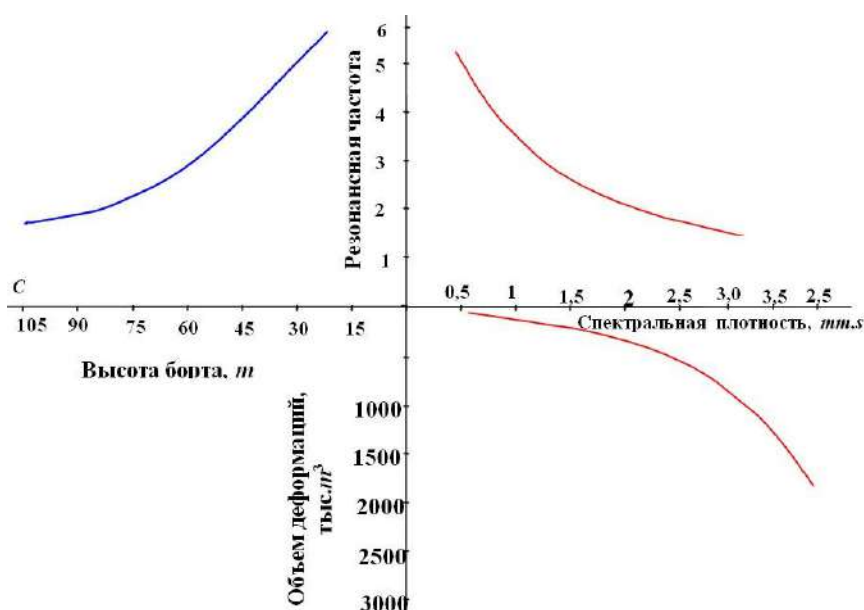


Рис. 2. Номограмма для определения прогнозных объемов деформаций бортов карьера Мурунтау при сильных землетрясениях.

волн. Поэтому был выполнен прогноз объемов возможных деформаций для такого случая, как наиболее неблагоприятного для глубокого карьера [3, 4].

На рис. 1. приведен график зависимости объемов деформаций прибортового массива и отвалов карьера «Мурунтау» в зависимости от высоты деформированного слоя пород, построенный по максимальным значениям (как худший вариант).

Взаимосвязь объема деформированной массы  $V$  от высоты деформируемого слоя пород  $H$  для карьера «Мурунтау» описывается уравнением:

$$V = 3,9e0,4H, \text{ тыс. } m^3.$$

На основании полученных данных спектрального уровня колебаний, маркшейдерской ведомости регистрации деформаций на карьере «Мурунтау» и сейсмограмм от массовых взрывов в карьере «Мурунтау» (табл. 1.) построена номограмма для определения прогнозных объемов оползней бортов карьера (рис. 2) при интенсивности колебаний грунта на поверхности  $J=7-8$  баллов по шкале MSK.

Как следует из табл. 1 и графиков (рис. 2), при

интенсивности землетрясения  $J=8$  баллов (по шкале MSK) объемным деформациям, когда поверхность разрушения не predetermined условиями залегания пород, могут быть одновременно подвержены в среднем от  $300 \times 10^3 m^3$  до  $2400 \times 10^3 m^3$  горных пород, слагающих борта, уступы, отвалы, склады и т.п. карьера «Мурунтау».

Взаимосвязи высоты борта  $H$  карьера с резонансной частотой  $f$ , резонансной частоты  $f_{co}$  спектральной плотностью колебаний  $S$  и спектральной плотности колебаний  $S$  с объемом деформированной массы  $V_{земл}$  при землетрясениях интенсивностью 7-8 баллов описываются выражениями:

$$H = 57,5 f^{0,72}; S = 3,93 f^{0,52};$$

$$V_{земл} = 13,0e^{2,3S}.$$

Обобщенная зависимость объема деформированной массы  $V_{земл}$  от высоты деформируемого слоя  $H$  при землетрясении интенсивностью 7-8 баллов имеет вид:

$$V_{земл} = 19,4e^{0,05H}.$$

В целом применение спектрального метода для оценки устойчивости массивов горных пород на карьерах позволяет учесть влияние на процессы деформации трех взаимодействующих факторов:

- нагрузка (гравитация, тектоника, сейсмика);
- размеров (высота, угол откоса) и формы (выпуклая, вогнутая, смещенная и т.п.) конструкции;
- свойств материала (геомеханическое строение массива).

Таким образом, при обеспечении условий безопасности ведения открытых горных работ установлено, что внедрение прогноза воздействия сейсмических колебаний на устойчивость бортов карьера «Мурунтау» показал, что техногенные взрывы могут послужить причиной деформаций объемом до 200-250 тыс.  $m^3$ , при высоте деформируемого слоя 100 поэтому размеры единичных отвалов по откосу борта должны быть не менее этой величины.

#### Библиографический список

1. Шеметов П.А., Сытенков В.Н., Наимова Р.Ш. Повышение эффективности использования техногенных ресурсов глубоких карьеров. - Т.: Фан, 2011. -181 с.
2. . Правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - Т.: Узбекистон, 1996. -126 с.
3. Иоффе А.М., Байдаченко Н.А. Горно-геологические условия разработки месторождения Мурунтау открытым способом // Теория и практика разработки месторождения Мурунтау открытым способом. - Т.: Фан, 1997. -С. 26-30.
4. Лукишов Б.Г., Тер-Семенов А.А., Федянин А.С. Совершенствование системы сейсмического контроля устойчивости бортов карьера «Мурунтау» // Горный журнал. 1998. №8. -С. 33-35.



## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ, УПРУГИХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В ПОЛИГОННЫХ УСЛОВИЯХ



**Махмудов Д.Р.,**

заведующий кафедрой «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» ТашГТУ им. И. Каримова.



**Умаров Ф.Я.,**

заместитель директора по учебной и научной работе филиала Московского государственного нефтегазового университета им. Губкина в г. Ташкент, докт. техн. наук.



**Очилов Ш.А.,**

старший научный сотрудник-соискатель кафедры «Горное дело» ТашГТУ им. И. Каримова.

*Maqolada dala sharoitida kon jinrlarining mustahkamlik, elastiklik va deformatsion xususiyatlarini aniqlash uslubi keltirilgan. Kon jinrlarining mustahkamlik, elastiklik va deformatsion xususiyatlarini ko'p karrali portlatish orqali kamayishini aniqlovchi kompleks uslubi ishlab chiqildi va shu asosida mikrodarzlklarning umumiy hajmi katta makrodarzlklar ajralmagan va ularning ko'payishi boshlanmagan holda kon jinrlarining maydalanish mezonlari aniqlangan.*

**Tayanch iboralar:** izlanish uslubi, mustahkamlik xususiyatining kamayishi, kon jinrlarining elastiklik va deformatsion xususiyati, ko'p karrali portlatish zuriqmasi, kon massivining maydalanishi, boshlanish bosqichi, mikrodarzlklar hajmi, katta makrodarzlklar, texnik- iqtisodiy ko'rsatkichlar, maydalovchi-boyituvchi uskunalar, davriy-o'zluksiz texnologiya, portlatilgan kon massasi, rudani transport qilish, granulometrik tarkibi, kon jinsi mustahkamligini kamayishi.

*In the article the research technique of decrease of strength, elastic and deformation properties of rocks in polygon conditions is considered. A complex method for studying the reduction in strength, elastic and deformation properties of rocks with multiple explosive loads was developed, on the basis of which criteria for crushing rocks were determined, which were instrumental in the initial stage, when large macro-cracks had not yet emerged from the total volume of micro-cracks and their growth had not yet begun.*

**Key words:** research technique, decrease in strength properties, elastic and deformation characteristics of rocks, multiple explosive loads, crushing of the mountain mass, initial stage, micro-cracks volume, large macro-cracks, technical and economic indicators, crushing and processing equipment, cyclic-flow technology, blown up rock mass, ore transportation, granulometric composition, reduction of rock strength.

Одним из главных направлений повышения эффективности горно-металлургических производств является интенсификация технологических процессов, связанных с добычей и переработкой полезных ископаемых. В этой цепи особое место занимают буровзрывные работы, изменения параметров которых, существенно влияет на технико-экономические работы горного и дробильно-обогатительного оборудования.

При применении циклично-поточной технологии на карьерах допустимая максимальная величина входа крупных фракций взорванной горной массы опре-

деляется размерами проходной щели дробилок крупного дробления. По условиям транспортирования горной массы конвейерами, выход фракции +400 mm не должен превышать 3%.

В случае применения на дробильных фабриках шарового измельчения руды, для наиболее эффективной их работы необходимо, чтобы в подаваемой руде было больше мелочи, а сама горная масса была снижена по прочности. Более жесткие требования предъявляются к гранулометрическому составу взрывае- мых горных пород.

Наиболее эффективным средством достижения



Таблица 8

## Прочностные, упругие и деформационные свойства горных пород карьера «Мурунтау»

Литологические разности пород	Прочность, МПа на			Коэф. крепости пород, $f$	Скорость волн, $km/s$		Коэф. Пуассона	Модуль Юнга, $10^4 MPa$	Трещиноватость
	сжатие	растяжение	сдвиг		продольные	поперечные			
Сланцы углисто-сланцевые. Сланцы кварц-сланцевые с прослойками углистых сланцев	70-90	5,5-7,2	11,3-12,4	6-8	2,8-4,7	1,7-2,8	0,22	2,3	Весьма сильно трещиноватые
Сланцы кварц-сланцевые, метасоматические измененные. Алевриты	90-110	6,8-7,8	12,3-13,2	8-10	3,7-5,4	2,2-3,1	0,24	3,2	Сильно-трещиноватые
Сланцы кварц-сланцевые, метасоматические измененные до кварцитов. Алевриты углистые	110-130	7,5-9,2	13,0-16,2	10-12	4,7-5,8	2,65-3,20	0,27	4,6	Средне-трещиноватые
Кварциты. Роговики. Переслаивание алевритов, углисто-сланцевых и слюдисто-кварцевых сланцев	>130	8,4-10,6	15,2-17,0	>12	5,1-5,9	3,10-3,45	0,29	4,65	Мало трещиноватые

заданного качества взрывного дробления руды является удельный расход ВВ.

Как показал ряд исследований [1], повышение интенсивности взрывных нагрузок путем повышения энергонасыщенности взрываеваемого массива, за счет увеличения удельного расхода ВВ, оказывает существенное влияние на показатели механической переработки руды. Исследованиями [2], также установлено, что наряду с уменьшением видимых размеров кусков взорванной горной массы снижается их прочность, что существенно облегчает процесс механического дробления и измельчения руд, что в свою очередь обеспечивает повышение производительности мельниц и улучшает качество концентрата.

Для подтверждения теоретических исследований и в частности дробления и снижения прочности раздробленных горных пород под действием многократных взрывных нагрузок проведены полигонные эксперименты по определению снижения прочностных, упругих и деформационных свойств различных типов горных пород, типичных для условий карьера «Мурунтау», основные свойства которых приведены [3, 4] в табл. 1.

Для сланцев: углисто-сланцевых и слюдисто-кварцевых, а также углисто-сланцевых, слюдисто-кварцевых пород определены по известным методикам [5, 6] прочностные, упругие и деформационные свойства. Исследованные типы горных пород по крепости относятся по шкале СНиП-82 к VIII, IX, X и XI группам.

В первой серии экспериментальных исследований ставилась задача по определению снижения прочности различных типов горных пород, во второй в установлении зависимости качества дробления цилиндрических образцов горных пород под действием многократных динамических нагрузок, создаваемых взрыванием электродетонаторов мгновенного действия. Образцы цилиндрической формы из сланцев углисто-сланцевых и слюдисто-кварцевых, а также углисто-сланцевых, слюдисто-кварцевых пород всего выделены 4 группы по 5 цилиндрическим образцам горных

пород, которые подвергались 1, 2, 3, 4 и 5-ти кратному взрывному нагружению, путем подрыва электродетонаторов мгновенного действия по методике [1].

После каждого взрыва определялись прочностные, упругие и деформационные свойства исследованных типов горных пород. Для получения прямого подтверждения изменения прочностных свойств горных пород после каждого взрыва, кроме определения скорости прохождения продольных и поперечных волн, определялись деформационные характеристики: относительная и поперечная. Расчетным путем определены модуль упругости и коэффициент Пуассона. Нагрузки образцов горных пород осуществлялись на стотонном гидравлическом прессе, схема и принцип работы приведены в работах [7, 8].

Определялись изменения максимальных продольных и поперечных деформации различных типов горных пород в зависимости от многократных взрывных нагрузках и величин напряжений предварительно нагруженных образцов горных пород. Величина продольной и поперечной деформации измерялась индикаторами часового типа.

Следующие серии экспериментов устанавливали зависимость изменения среднего диаметра куски взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ. Здесь так же, как и в проведенных ранее испытаниях, выделены 4 группы по 5 образцам цилиндрической формы. Каждая группа подвергалась 1, 2, 3, 4 и 5-ти кратному взрывному нагружению, без разрушения цилиндрических образцов, а затем они были разрушены взрывом электродетонаторов.

Обработка результатов полигонно-экспериментальных исследований по определению прочностных, упругих и деформационных свойств исследованных типов горных пород проводилась по методикам [9-11]. При этом необходимое число экспериментов устанавливалось статистическим путем по величине коэффициента вариации  $K_{вар}$  допускаемой ошибки  $K_{доп}$  и задаваемой надежности  $P$ . Число



экспериментов определялось по формуле:

$$n = t^2 \frac{K_{вар}^2}{K_{доп}^2}, \quad (1)$$

где  $t$  – нормированное отклонение, зависящее от задаваемой надежности  $P$ .

Для научно-исследовательских работ рекомендуются значения  $P=0,9$ ,  $K_{доп}=5-10\%$ . Величина  $K_{вар}$  устанавливается путем статистической обработки экспериментальных данных по формуле:

$$K_{вар} = \frac{\delta}{M} 100\%, \quad (2)$$

где  $\delta$  – среднее квадратичное отклонение;  
 $M$  – математическое ожидание результатов измерения,

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum(x_i - M)^2}{n-1}}, \quad M = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (3)$$

где  $X_i$  – отдельные результаты измерения,  
 $n$  – число экспериментов.

При значении коэффициента вариации  $K_{вар}$ , лежащих в пределах,  $K_{доп}=5-10\%$  получены значения  $n=3-4$  – число экспериментов для каждой точки наблюдения.

Определен средний размер куска взорванных горных пород в зависимости от числа неразрушающего взрывного нагружения и удельного расхода ВВ, графики зависимости которых приведены на рис. 1.

Из рис. 1 (кривая 1) приведены изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равном  $0,5 \text{ g/kg}$  для исследования типов горных пород. Исследования показывают, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагружения до 2 циклов, средний размер взорванной горной массы снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов приводит к ухудшению качества взрывного дробления горных пород.

Из рис. 1 (кривая 2) приведены изменения среднего размера взорванной горной массы в зависимости от количества неразрушающего нагружения и удельного расхода ВВ, равном  $1 \text{ g/kg}$  для исследованных типов горных пород. Исследованиями установлено, что с ростом числа неразрушающего взрывного нагружения до 2 циклов, при повышенных удельных расходах ВВ ( $1 \text{ g/kg}$ ) средний размер взорванной горной массы интенсивно снижается. Дальнейшее нарастание числа взрывного нагружения до 3 циклов приводит к ухудшению качества взрывного дробления горных пород.

Таким образом, дроблению горных пород взрывом способствуют явления снижения прочностных, упругих и деформационных свойств горных пород, причем характерна начальная стадия, когда из общей массы микротрещин еще не выделились крупные макротрещины и их рост еще не начался.

#### Библиографический список

1. Мец Ю.С. Интенсификация взрывного дробления и разупрочнения железистых кварцитов // Взрывное дело: Сборник № 86/41. Дробление горных пород взрывом / Научно-техническое горное общество. - М.: Недра, 1984. - С. 41-89.
2. Репин Н.Я. - М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. - 696 с.
3. Кучерский Н.И. Современные технологии при освоении коренных месторождений золота. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007. – 696 с.
4. Рубцов С.К., Шеметов П.А. отв. ред. проф. Норов Ю.Д. Управление взрывным воздействием на горный массив при открытой разработке месторождений / Навоийский горно-металлургический комбинат. - Т.: Фан, 2010. - 400 с.
5. Миндели Э.О., Моханчев М.П., Методика определения прочностных и деформационных свойств горных пород при статических, многократных и динамических пульсирующих нагрузках. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1970. - 17 с.
6. ГОСТ 22450-70. Угли бурые, каменные и антрацит: методы определения прочности на растяжение и одноосное сжатие. – М.: Изд-во стандартов, 1977. - 17 с.
7. Норов Ю.Д., Мислибаев И.Т., Носиров У.Ф., Жиянов А.Б. Методика исследования ослабления прочности пород при многократных нагрузках. // Горный вестник Узбекистана. Навоий, 2014, №58. - С. 19-21.
8. Норов Ю.Д. Исследование разупрочнения горного массива при взрыве скважинных зарядов ВВ // Науч. сообщ. ин-та горного дела им. А.А. Скочинского. - М., 1985. Вып. 235. Научные основы управления состоянием горного массива. - С 96-104.
9. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1969. - С. 139-141.
10. Математическая статистика. / Под ред. Длина А.Н. - М.: Высшая школа, 1975. - 398 с.
11. Методическое руководство по применению программ обработки данных на ЭЦВМ. - М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. - 53 с.



## РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УЗБЕКИСТАНА НА РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ



**Юсупов Р.Г.**,  
ННО «Ветеран геологии»  
Госкомгеологии Республики Узбекистан,  
канд. геол.-мин. наук.



**Игамбердиев Э.Э.**,  
декан геолого-географического  
Факультета Национального университета  
Республики Узбекистан,  
канд. геол.-мин. наук.



**Якубов С.И.**,  
начальник отдела инновации и новых  
технологий АО «Узбекуголь»,  
канд. тех. наук.

*O'zbekiston respublikasidagi nodir metal va siyrak yer elementli konlar bo'yicha fundamental tadqiqotlarning umumlashmasi hamda resurs potentsiali yoritilgan. Kompleks konlardagi nodir metallar va siyrak yer elementlarini guruhlash jadvali keltirilgan. G'arbiy, sharqiy va janubiy O'zbekistonning noyob metal va noyob yer minerallanishining mineral va xom ashyoni resurslarining baholanishi keltirilgan.*

**Tayanch iboralar:** nodir metallar, siyrak yer elementlari, minerallashish, kompleks konlar, magmatika, hom-ashyo resurslari, maxsuldorlik, rudadorlik, gruppalash, rudali tugun.

*The generalization of the basic research on rare-metal and rare-earth deposits is discussed and their resource potential in the Republic of Uzbekistan is estimated. The table of grouping of rare metal and rare earth elements of complex deposits is given. The estimation of mineral resources of rare metal and rare-earth mineralization of Western, Eastern and Southern Uzbekistan is given.*

**Key words:** rare metals, rare earths, mineralization, complex deposits, magmatic, mineral resources, raw materials, productivity, ore-bearing, grouping, ore knot.

Проблемы формирования и воспроизводства сырьевых ресурсов на редкометалльно- и редкоземельные металлы являются весьма приоритетными. Постановления правительства Республики Узбекистана, «О мерах по коренному совершенствованию организации геологоразведочных работ в деятельности Госкомгеологии РУз» и «О мерах по дальнейшему повышению эффективности системы организации и проведения геологоразведочных работ», служат основными документами при формировании программ воспроизводства минерально-сырьевой базы, включая открытие новых проявлений и месторождений с постановкой на них минералогических, геохимических и других видов специализированных работ. Для месторождений редких металлов и редких земель пока не отработаны методики по их типизации, практически не установлены критерии и признаки оценки. Работы по обогащению и производству конечных металлопродуктов с обеспечением государственного резерва редкометалльно- и редкоземельным сырьем, главным образом, на компоненты литофильного типа (*Ta, Nb, Be, Li, Rb, Cs* и др.) служат основными приоритетами в освоении ресурсов на редкие металлы. В прошлом (2000-2010 гг.) предпринимались

(Исаходжаев Б.А., Ахмедов Н.А., Ежков Ю.Б., Панасюченко В.К., Рахимов Р.Р., Джамалетдинов Н.К., Ахунджанов Р., Мамарозиқов У.Д., Рафиков Я.М. и др.) работы по оценке на редкометаллоносность отдельных территории Узбекистана с одновременным пересмотром ряда ранее известных и изученных объектов. С породами гранит (аляскит)-лейкогранитовой  $P_1$  формации [1] устанавливаются генетические связи месторождений ниобия и тантала, изучены [2-4] их геохимические особенности, определены и рассмотрены проблемы продуктивности и потенциальной рудоносности [1, 5].

В настоящее время в Узбекистане на учете [2] находятся 70 редкометалльных объектов, из них 33 охватывают рудопроявления разного ранга, а 37 образуют точки минерализации. Практически значимые редкометалльно- и редкоземельные потенциалы приходятся на Лолабулакское, Баркракское и некоторые другие редкометалльные пегматитовые поля (Западный Узбекистан) [2, 3, 6, 7], включая проявления рутилоносных альбититов Ташсай-Келенчекской (Чаткальская подзона, Узбекистан) [8, 9] площади.

В региональных структурах Тянь-Шаня «Главный Тянь-Шаньский редкометалльный пояс» гранитных



пегматитов, включая Северо-Кызылкумский и Чаткало-Кураминский редкометалльные концентры (Ежков, Панасюченко) (табл. 1) охватывает редкометалльно- и редкоземельные проявления и месторождения, главным образом, связанные с магматической деятельностью гранит (аляскит)–лейкогранитового,  $P_1$  магматизма, подразделяясь на: собственно-магматические (акцессорно- минеральная минерализация) и с характерной продуктивностью на редкометалльные литофильные (*Nb, Ta, Rb, Cs* и др.) и редкоземельные (*TR, U, Th*) компоненты; минерализации в интрузивных телах апогранитов с охватом их апикальных участков (Каракыз, Саргардон, Беданали, Чаркасар, Арашан и др.); поля редкометалльных (*Nb, Ta, Be*, и др.) гранитных пегматитов (Кызылсай, Актосты, Шайдараз, Кетменчи и др.); минерализации в альбититах (штоки, дайки, жильные тела, нередко, совмещенные с проявлениями грейзенизации; Келенчек, Ташсай, Беданачи, Чаркасар и др.).

Сырьевые ресурсы на редкие металлы и редкие земли формируют практическую металлоносность и определяют редкометалльные гранитные интрузии (Арашан), Кызылтор, Саргардон, Бакрак и др.).

Чаткало-Кураминский редкометалльный концентр (*Be, Li, Ta, Nb, U, TR*) [2], сопутствующий главному Тянь-Шаньскому редкометалльному поясу находясь в пределах региональной структуры оседания ядра Ферганской или его Чаткало-Кураминской дочерней сводовой структуры [10] проявилась в контурах этой тектонической постройки (северные и северо-восточные участки свода) редкометалльно- и редкоземельная минерализации. Напротив оруденение *Ag–* и *Au, Cu–Mo, Ag–Pb, Zn* формаций преимущественно локализуется в пределах самой структуры. Согласно [1, 2] Чаткало-Кураминский апогранитовый концентр формируется за счет редкометалльно-фтористых гранитов с проявлениями грейзенизации. На площади грейзена преобладают телами над пегматитов. В рудах основную ценность приходится литофилы-тантал, ниобий, бериллий и др. В Узбекистане пока Аккапчигай-Ойгаинский рудный узел подпадает в число крупнейших [2].

На проявления альбититов [2, 3] уделяют исследователи пока мало внимания, рассматриваемые как носители остродефицитной рутилоносности [8] и одновременно интересные на сопутствующие редкометалльно- и редкоземельные минерализации [4, 8, 9]. В настоящее время Келенчек-Ташсайское редкометалльное поле со своей нетрадиционностью минерализации и практической значимостью хорошо вписывается инвестиционную привлекательность на комплекс редких и редкоземельных компонентов, включая на титановое сырье в форме минерального рутила, пригодного для производства электродов и других материалов. Другим благоприятным фактором служит нахождение в рудных телах Келенчека и Ташсай рудо- и породообразующего альбита с содержанием 95-98% руды, практически необходимого в форме

мономинерального альбита.

Чаткало-Кураминский концентр с сопутствующими выходами редкометаллоносных гранит (аляскит)–лейкогранитов,  $P_1$  [2] также контролирует редкометалльно-редкоземельных минерализации [11].

На территории концерна устанавливаются пегматиты, несущие редкоземельную минерализацию (жилы, линзы, жилы со штокообразными раздувами), одним из которых является крупное на Ангренском плато Кызылташсайское пегматитовое поле (Кураминский хребет), размещаясь в висячих и половопадающих зонах контакта наиболее глубоко эродированных умереннокислых интрузий с повышенной щелочностью (калий преобладает над натрием). В них носителями редкоземельной минерализации являются рудоразборные (ильменит, сфен, апатит, ортит и др.), а также вкрапленные менее распространенные - гадолинит, фергусонит, монацит, циркон, апатит, оранжит, циртолит, чевкениит и др. Редкоземельные Кызылташсайские пегматиты, отличаясь от редкометалльных гранитных пегматитов являются пока новыми и не достаточно изученными для всей Кураминской и, возможно, Чаткальской подзон. Пегматитовые тела по сложности зонального строения сходны с полнодифференцированными гранитными пегматитами [12], однако отличаются некоторыми особенностями. В пегматитах на кварцевое ядро ложится микроклиновая зона из калий-натриевых полевых шпатов, за которой следует биотит (флогопит)-роговообманковая и др. Здесь рудоразборный апатит (от 5 до 20%) в биотитовой подзоне образует выделения в зальбандах пегматитового тела. В минерале содержатся (%): *Ca* (более 3); *P* (<3); *Si, Al, Fe, Mn* (десятичные доли); *Sr, Ti* (сотые); *Cu, Pb, V* (тысячные). В минерале присутствуют наборы *TR (Ce, La, Y, Yb, Gd* и др.).

Целенаправленное изучение редкометалльно- и редкоземельной минерализации с учетом потребности современного рынка и обработка месторождений и рудопроявлений благоприятствует росту потенциала минерально-сырьевых ресурсов на редкие и редкоземельные металлы. Степень их промышленной освоения остается пока крайне неравномерной. Некоторую полную зависимость определяют разработки технологов, которые также пребывают на стадиях их становления и развития. В изучении минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных элементов появляется необходимость объединить научные и производственные усилия, включая работы по обогащению и производству конечных продуктов, прежде всего, с охватом требований современного рынка на остро потребные *Nb, Ta, TR* и др.

Выводы.

1. Оценка минерально-сырьевых ресурсов редкометалльно- и редкоземельного оруденения Западного, Восточного и Южного Узбекистана с охватом известных объектов Алмалык-Ангренского, Гава-Чадакского и Кураминско-Чаткальского горнорудных



Таблица 1

**Группировка редкометалльно- и редкоземельных комплексных месторождений и рудопроявлений  
(с использованием материалов [1-3, 5, 7, 8 и др.]**

Группа месторождений (по основным полезным компонентам)	По условной извлекаемой ценности		Типовые месторождения	
	Собственно редкометалльные (УИЦ>50%)	Сопутствующие (УИЦ<50%)	Собственно редкометалльно- и редкоземельные	Содержащие редкие и редкоземельные металлы
<b>Промышленно-генетические типы месторождений Редкометалльно- и редкоземельные Акцессорно-минеральная минерализация, шпирь</b>				
I. Магматические.	гранит (аляскит)-лейкогранитовая P <sub>1</sub> формация: циркон, циртолит, монацит, сфен, фергусонит, гадолинит, перрьерит, бастнезит, торий-оранжит, касситерит и др.		Арашанский, Баркракский, Чаркачарчик, Беданалисайский и др. интрузии; Западный Узбекистан	
		а) монцодиорит, гранодиориты, адаметиты C <sub>2</sub> (Карамазаркий комплекс): апатит, сфен, ортит, монацит, фергусонит		Кызылташский интрузив на Ангренском плато, Западный Узбекистан
<b>Акцессорно-минеральная</b>				
II. Апогранитные: (апикаль-ные оболочки, признаки альбитизации и другие позднематематические преобразования).	Флюорит-цирцевая минерализация			Караказ, Восточный Узбекистан
		Тантал-ниобиевая минерализация	Караказ, Восточный Узбекистан	
	<i>BeO, Rb<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub></i>		Саргардон, Восточный Узбекистан	
	<i>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>O, BeO</i> штокверк в пределах Аррабдинского гранитоидного массива		Баянкара, Восточный Узбекистан	
<b>Промышленно-практическая</b>				
III. Редкометалльные: пегматитовые поля	Пегматитовые тела (№2, 3, 12, 15, 16), всего 25 шт.: <i>BeO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i> .		Кызылсайское пегматитовое поле, Султануиздаг	
	Пегматитовые тела (до 70 шт.), грейзенированные тела: <i>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O</i>		Актосты-Шайдарское пегматитовое поле. Актосты	
	Пегматитовые тела <i>Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BeO, Rb<sub>2</sub>O</i>		Кетменчинское пегматитовое поле. Кетменчи	
	Пегматитовые тела (более 70 шт.) <i>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>O, Cs<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O</i>		Наукинское пегматитовое поле; Наука Восточный Узбекистан	
	Пегматитовые тела, грейзена в апогранитах и др.: <i>BeO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O</i>		Баркракское рудное поле. Баркрак; Западный Узбекистан	
		Крупноблочные пегматиты: <i>Rb<sub>2</sub>O, Nb<sub>2</sub>O</i>		Лолабулакское пегматитовое поле. Султасай. Восточный Узбекистан
	Пегматитовые жильные тела (более 100): <i>SiO<sub>2</sub>, Rb<sub>2</sub>O, BeO, SnO</i>		Турткуйлюкское пегматитовое поле; Турткуйлюк	
	Пегматитовые жильные тела (до 200): <i>BeO, Rb<sub>2</sub>O, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>		Сутушарское пегматитовое поле: Сутушар, Южный Узбекистан	
<b>Промышленно-практически значимая</b>				
IV. Альбититы: квармусковитные альбититы (штоки, жильные тела и др.)	Штоки, дайки и жильные тела: <i>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SnO, TR</i>		Келенчекское рудное поле. Уч. Келенчек и Ташсай. Западный Узбекистан.	
	Жильные тела (пучки) грейзенов и альбититов (мощность отдельных тел 0,1-3,0 м): <i>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BeO, TR</i> (монзонит, ксенотим, циртолит, гадолинит, пироксид, фергусонит и др.)		Юго-Восточная часть Чаркасарского интрузива; Чаркасар, Западный Узбекистан.	
	Жильные тела (пучки) грейзена и альбититы: <i>SnO, TR, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SnO<sub>2</sub></i>		Беданалийское рудное поле. ангренское плато. Восточный Узбекистан	
	Жильные тела грейзенов, альбититов: <i>Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Rb<sub>2</sub>O, BeO</i> . Контроль: Аррабдинские гранитоиды		Акчевинская, Мангитская, Минжирская зона метасоматитов, Южный Узбекистан	

районов определяют работы по тщательной проверке акцессорно-минерального и геохимического комплексного состава магматических пород гранит (аляскит)-лейкогранитовой, P<sub>1</sub> формации, обращая внимание на геолого-структурные положения и особенности формирования, включая эрозионные срезы каждой отдельной интрузии.

2. Для редкометалльно- и редкоземельных месторождений и рудопроявлений необходимым работы,

определяющих структурно-геологические, магматические и минералого-геохимические позиции с последующими их типизациями, определением критериев и признаков их редкометалльно- и редкоземельности.

3. В работах [12] поднимались проблемы изучения минералого-сырьевых ресурсов редкометалльных пегматитов и редкометалльных гранитов Средней Азии. С позиции К.Л. Бабаева для редкометалльных пегматитов характерны пространственные и прямые



генетические связи с отдельными фазами гранитоидных интрузий. Для редкометалльных гранитов, которым сопутствуют «пегматитовые очаги», устанавливаются условия их формирования и связи с отдельно взятой интрузивной фазой. Гранитоидные интрузии больших и средних глубин обладают благоприятными факторами, которые показательны на связанные редкометалльность и пегматитовосность. Напротив, интрузии малых глубин не проявляются такие связи с их пегматитовосность.

4. В пределах «Главного Тянь-Шаньского редкометалльного пояса гранитных пегматитов» [2, 3] выделяются [12] пегматитовые пояса более мелкого ранга – Северо-Тянь-Шаньский (Каледониды), Южно-Тянь-Шаньский (Герциниды) и Памирский (Послегерциниды), которые взяты на учет с их площадными показателями распространения, включая развитие пегматитовых полей, «насыщенности» этих полей рудными телами. Все это вместе определяют общее развитие единого эволюционного ряда редкометалльных пегматитов. Концепции Бабаева К.Л. о редкометалльных (рудноносных) гранитах и т.н. «апомагматических» («апогранитных») их типах рассматриваются как практически важные и определяют характер собственно связанных с ними оруденения (ниобий, тантал, литий, бериллий, редкие земли и другие металлы).

5. В эндо- и экзоконтактах интрузий с вмещающими (нередко карбонатами) горными породами или поблизости с их контактами также размещаются редкометалльная минерализация. В результате развиваются представления [12] о том, что в процессе своей деятельности пегматитовые дифференциаты порождают скарны (допегматитовые, одновременные и послепегматитовые). Карбонатные метасоматиты (жилные тела и др.) и карбонатиты не обладают общих генетическими условиями формирования.

6. Для пород гранит (аляскит)–лейкогранитовых формаций,  $P_1$  характерно [4, 5] акцессорно-минеральное накопление тантала, ниобия и некоторых других, которые накапливаются в конце магматической стадии. Этот процесс сопровождается формированием сопутствующей минерализации, которые и не всегда сопровождаются объектами промышленной

значимости. В силикатных расплавах не проявляются существенного разделения ниобия от тантала и самого тантала [11], вариации их соотношений ( $Nb/Ta$ ) остаются небольшими и близкими к среднему (7-11).

7. Практически и промышленно-значимый природный потенциал Республики Узбекистан на редкие металлы определяют редкометалльные пегматитовые пояса, расширяя минерально-сырьевые ресурсы и базу для организации промышленной отрасли по добыче и переработке собственно  $Ta$ ,  $Nb$ ,  $Be$ ,  $Li$ ,  $Rb$ ,  $Cs$  руд. Редкометалльные гранитные пегматиты призваны определять также масштабы отдельных редкометалльных полей (см. табл. 1) как показателей минерально-сырьевого их потенциала.

8. С альбититами, связанными с гранит (аляскит)–лейкогранитовой,  $P_1$  формацией характерна комплексность оруденения, в которых редкометалльная ( $Nb$ ,  $Ta$ ,  $Li$ ,  $Be$  и др.) минерализация тесно совмещается с редкоземельной ( $TR$ ), проявляясь масштабно (Келенчек-Ташсайское редкометалльно- и редкоземельное рудное поле, Чаткало-Кураминский центр редкометаллоносных гранитов).

Проблемы происхождения и формирования проявлений альбититов пока неоднозначно полностью изучены, а стало быть их потенциал и вклад в редкометалльно- и редкоземельную минерально-сырьевую базу республики следует рассматривать как условно практически значимой.

9. Для металлогении четвертичного периода сравнительно с более древними их эпохами проявляются ряд специфических особенностей – «чистота» генетического облика [12], практическая незатронутость процессами глубоких преобразований, способность образовывать крупнейшие месторождения россыпей редкометалльно- и редкоземельных типов, которые иногда, при благоприятных техногенно- геоморфологических условиях, способны формировать оруденение за счет бедной и не имеющей промышленного значения акцессорной минерализации в районах распространения пород гранит (аляскит)–лейкогранитовой  $P_1$  формации (Чадак-Чаркасарская, Ангрэн- Арашанская площади или песчано-гравийных отложениях на акватории Аральского моря).

#### Библиографический список

1. Исаходжаев Б.А. «Сурьмяное и тантало-ниобиевое оруденение Узбекистана»//Ташкент: «ИМП», 2006, 196 с.
2. Ахмедов Н.А., Ежков Ю.Б., Панасюченко В.К., Рахимов Р.Р. «Главный Тянь-Шаньский редкометалльный пояс (ГТРП) гранитных пегматитов Центральной Азии»//«Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ». Ташкент: «ИМП», Труды, 2003, -с. 131-133.
3. Ахунджанов Р., Юсупов Р.Г., Мамаразиков У.Д., Сайдыганиев С.С., Суюндикова Г.М. «Петрогенезис и редкометаллоносность лейкогранитов (Чаткало-Кураминский регион, Западный Тянь-Шань)»//«Геология и минеральные ресурсы», 2007, №4, с. 133-134.
4. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. «Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня»//Ташкент: «Укитувчи», 2010, 226 с.
5. Юсупов Р.Г. «Геохимия пород интрузивного магматизма»//Ташкент: «Фан», 1983, 143 с.
6. Джамалетдинов Н.К., Ежков Ю.Б. «Потенциальные ресурсы редкометалльного ( $Ta$ ,  $Nb$ ,  $Li$ ,  $Be$ ,  $Rb$ ,  $Cs$ ) оруденения в Западном Узбекистане и проблемы их расширения»//Труды межд. научно-практ. конф. «Проблемы рудных месторождений и повышения эффективности геологоразведочных работ»//Ташкент: «ИМП», 2003, С. 276-278.
7. Бабаев К.Л. «Гранитные пегматиты Средней Азии»//Ташкент: «САИГИМС», Труды, вып., №1, 1960, 349 с.



8. Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р. «Лантаноиды, иттрий, тантал и ниобий в апогранитных интрузиях Северной части Чаткальского региона»//Труды научно-практ. конф. «Современные проблемы геологии и развития минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан»// - Т.: «ИМП», 2007. -С. 251-255.

9. Юсупов Р.Г., Рахманов А.М. «Поликраз-иттротанталитовая с рутилом редкометалльная минерализация Срединного Тянь-Шаня»//Записки. Узб. отд. ВМО, Т.: «Фан», 1991, №44. -С. 27-29.

10. Рафиқов Я.М., Юсупов Р.Г. «Поликраз-иттротанталовая с рутилом редкометалльно- и редкоземельная минерализация коллизионных гранитах Срединного Тянь-Шаня»// «Петрология и рудоносность магматических формаций складчатых областей»//Т.: «Университет», 2000. -С. 111-112.

11. Томсон И.Н., Кочнева Н.Т. «Системы орогенных структур Тянь-Шаня»// «Рудоносность орогенных структур Срединного Тянь-Шаня»// - М.: «Наука», 1985. -С. 24-26.

12. Абдурахманов Г.А., Хайруллин Б.Г., Раджабов Ф.М., Юсупов Р.Г. «О новом типе пегматитовой минерализации на Ангарском плато»// «Магматизм, вопросы минералогии и геохимии Чаткало-Кураминского региона»// Т.: «Фан», 1971, вып. №7. -С. 3-11.

13. Александров И.В. «Модели эндогенного тантало-ниобиевого оруденения»// - М.:«Наука», 1973. -146 с.





## ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА И СЕРЕБРА В ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТАХ МАРДЖАНБУЛАКСКОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА



**Турсебеков А.Х.**,  
заведующий лабораторией  
«Геохимии и геотехнологии»  
института геологии и геофизики  
имени Х.М. Абдуллаева,  
канд. геол.-мин. наук.



**Мирходжаев Б.И.**,  
руководитель бюро тематических  
проектов ГРЭ НГМК,  
докт. геол.-мин. наук.

*Maqolada Mardjonbuloq ma'danli hududda joylashgan omborxonasidagi ma'dan qoldiqlarning mineralogiyasi zamonaviy usullarda o'rganilgan va oltin hamda kumushning asosiy mineral shakllari aniqlangan. Qoldiq ma'danlarning moddiy tarkibi kimyoviy va biologic jarayonlar ta'sirida sezilarli darajada o'zgarmaganligi ta'kidlab o'tilgan.*

**Tayanch iboralar:** *ma'dan omborxonasi, ko'p komponentli mineral sistema, mineral shakllari, qolloid, nanokristall.*

*The article presents the results of mineralogical and geochemical studies of the tails of the Marjan ore field. The main mineral forms of gold and silver were identified. In the process of research, modern laboratory methods of research were used. The conclusion is drawn that the chemical and microbiological processes taking place in the process of storage in the tailings do not lead to a significant complication of their material composition.*

**Key words:** *tailings, multicomponent mineral system, mineral forms, colloid, nanocrystals.*

Марджанбулакское рудное поле [1] расположено между горами Гобдунтау, Северный Нуратау и простирается с северо-запада на юго-восток, перекрываясь мощным чехлом осадочных пород при общей площади рудного поля около 80 км<sup>2</sup>.

Чаша хвостохранилища образована земляной плотной, где за период отработки окисленных и смешанных руд накоплено более 20 млн. т лежалых хвостов. Последние представляют собой труднообогащаемое упорное сырьё, в котором остаточные полезные компоненты по физико-химическим свойствам характеризуются низкой извлекаемостью используемыми в настоящее время технологиями. Поэтому, разработка высокоэффективной технологии доизвлечения полезных компонентов из лежалых хвостов стоит в ряду приоритетных задач современной науки. Это, в свою очередь, ставит не менее серьёзную задачу минерально-геохимического направления – определить минеральный состав хвостов, минеральные формы основных рудных элементов (золото и серебро) и характер распределение последних в минеральной системе.

С этой целью в хвостохранилище были отобраны пробы, а для соблюдения их представительности площадь была симметрично разделена на сектора, в каждом из которых произведён пробоотбор. Все пробы изучены в лабораториях института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева, а часть лабораторных анализов – в Центральной лаборатории Госкомгеологии Республики Узбекистан. Полученные результаты изложены ниже.

По гранулометрическому составу хвосты рудного поля обогащены микрофракцией песков. По результатам

рентгено-фазового анализа проб – матрица хвостов представлена сложной многокомпонентной гетерогенной алюмосиликатно-(гидрослюда + мусковит + смектит + альбит + анортит)-силикатно-(кварц)-оксид - гидроксид - (гётит + гидрогётит + манганит)-

Таблица 1

### Содержание золота и серебра в лежалых хвостах хвостохранилища

Номер пробы	Пробный анализ			Масс-спектрометрический анализ		
	Au (y.e.)	Ag (y.e.)	Au/Ag (y.e.)	Au (y.e.)	Ag (y.e.)	Au/Ag (y.e.)
41	0,9	7,6	8,4	0,40	10,30	24
42	1,2	8,9	7,4	0,71	8,30	11,7
43	1,1	11,0	10	0,20	39,60	30
44	0,7	4,6	6,4	0,45	4,51	10
45	1,0	4,5	4,5	0,35	4,04	11,9
46	0,8	5,0	6,1	0,59	3,91	8,0
47	1,2	8,3	7,0	0,91	5,61	7,0
48	0,8	3,1	4,0	1,00	8,90	8,9
49	0,4	2,3	5,7	0,60	3,18	5,2
50	0,4	7,9	19,9	0,80	7,00	8,8
Среднее	<b>0,85</b>	<b>6,5</b>	<b>7,6</b>	<b>0,70</b>	<b>7,85</b>	<b>10,0</b>
КК	185	110				

Таблица 2

Содержание золота и серебра в минералах хвостохранилища

Минерал	Содержание, у.е.	
	Au	Ag
Кварц	0,60	-
Гидрослюда	0,14(0,02-0,27)	-
Биотит (изменённый)	0,40	-
Гётит	0,15	0,08
Гидрогётит	0,12(0,02-0,31)	0,06
Арсенопирит	0,50(0,10-0,87)	0,21
Пирит	0,26(0,15-0,48)	0,04
Пирротин	0,48	-
Иорданит	0,52	0,8
Виоларит	0,31	-
Алмазит	-	0,67(0,46-0,89)
Фрейбергит	-	40,6
Галенит	-	1,0(0,48-1,6)
Тетраэдрит	-	3,4
Бурнонит	-	0,47
Халькозин	-	0,07

карбонатно—(кальцит + доломит) - сульфатно-барит + мелантерит + гипс) - сульфидной (пирит + арсенопирит) минеральной системой.

В результате изучения распределения золота в 10 пробах пробирным и масс-спектроскопическим методами было установлено (табл. 1): по данным пробирного анализа содержание золота в среднем составляет 0,85 у.е., серебра – 6,52 у.е., а по данным масс-спектрометрического анализа золото в среднем составляет 0,70 у.е., серебро – 7,6 у.е.

В результате микрондовых исследований брикетов лежалых хвостов, обогащение золотом было установлено несколькими минеральными формами нахождения золота и серебра (табл. 2, показаны интервалы колебания содержаний, содержание приведены в у.е.):

Самородное низкопробное микронное золото (1 *mkm*) находящееся в кальците

Изоморфное или наночастицы “невидимого” золота в кварце (0,60), пирите (0,26), арсенопирите (0,50),

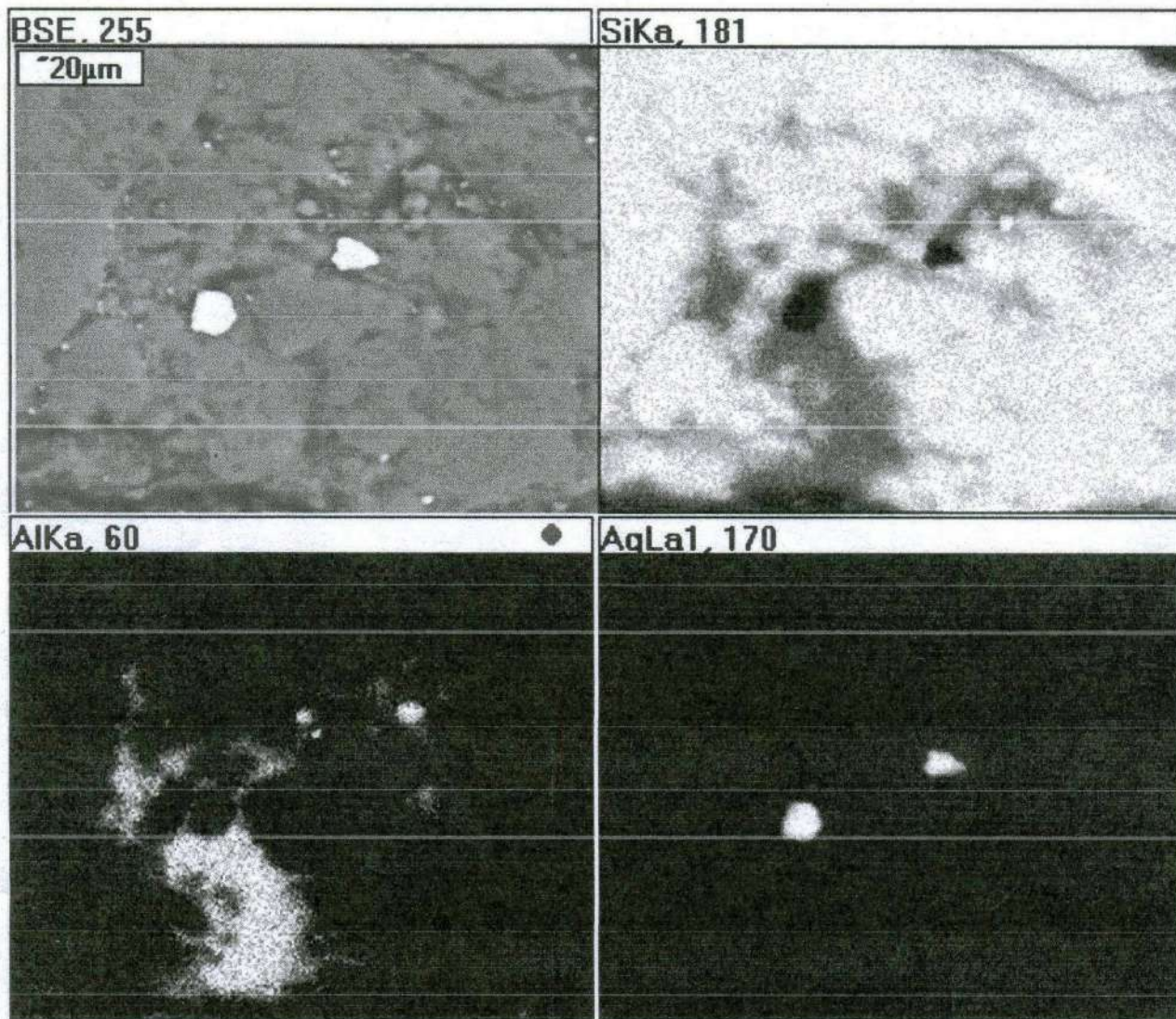


Рис. 1. На растровых снимках отчётливо видны агрегаты серебра в алюмосиликатной основной массе.



пирротине (0,41), иорданите (0,52), виоларите (0,31).

Коллоидное золото в гидрослюде (0,14), гидробиотите (0,40), гётите (0,15), гидрогётите (0,12).

Для серебра установлены следующие минеральные формы:

Серебро образует собственные минеральные формы: самородное серебро покрытое плёнкой гидроокислов железа (рис. 1);

Изоморфное или “невидимое” присутствует в виде наночастиц в пирите, арсенопирите, иорданите, фрейбергите (40,0), тетраэдрите (3,4), галените (1,0), бурноните и халькозине.

Коллоидное серебро в гидрогётите и гётите.

#### **Выводы.**

Известно, что руды Марджанбулакского месторождения относятся к золото-сульфидно-кварцевому про-

мышленному типу [2], связанному с минерализованными зонами в углеродисто-кремнистых и кремнисто-метатерригенных породах. Это нашло отражение в том, что наиболее высокое содержания остаточного золота в хвостах связано с жильным кварцем и с сульфидами. Значит, химические и, возможно, микробиологические процессы, происходящие в процессе хранения в хвостах не приводят к значительному усложнению их вещественного состава, что должно учитываться при разработке технологии извлечения золота.

Содержание серебра в хвостах значительно превосходит содержания всех других полезных компонентов, в том числе и золота и, поэтому, такое состояние требует к себе серьёзного внимания геотехнологов для разработки технологического регламента по комплексному извлечению металлов.

#### **Библиографический список**

1. Бадалов С.Т. Схема геологического строения Марджанбулакского рудного поля. // Горный вестник Узбекистана - №3, 2005. -С. 64-69.
2. Шеметов П.А. Перспективы устойчивого развития золотодобычи в Центрально-Кызылкумской горно-рудной провинции // Горный вестник Узбекистана №4, 2012. -С. 115-125.





## ИККИ РОТОРЛИ КОМПАСДА ШАРТЛИ БОҒЛАНИШЛАРНИ АМАЛГА ОШИРИШ ВА УНИ СТАБИЛЛАШ МАСАЛАСИ



**Манглиева Ж.Х.,**  
НДКИ “Машинасозлик технологияси”  
кафедраси доценти,  
физ.-мат. фанлари номзоди.



**Сидиков М.Н.,**  
Ўзбекистон Миллий Университети  
“Механика” кафедраси мудири,  
доцент.



**Хусенова Ф.Х.,**  
НДКИ “Машинасозлик технологияси”  
кафедраси II-курс талабаси.

Получены дифференциальные уравнения движения двухроторного компаса, а также рассмотрен вопрос устойчивости движения по отношению к отклонению от условной связи. Рассмотрен вопрос оптимальной стабилизации программного движения регулятора в окрестности многообразия, определяемого условной связью. Составлены уравнения для определения коэффициентов функции Ляпунова, которые решают вопрос оптимальной стабилизации стационарных движений двухроторного компаса. Получен явный вид управляющей силы, которая реализует условную связь. Рассмотрен вопрос устойчивости стационарного движения двухроторного компаса и получены условия, при выполнении которых имеет место устойчивость по первому приближению.

**Опорные слова:** роторный компас, условная связь, оптимальная стабилизация, устойчивость стационарного движения, функции Ляпунова.

Differential equations of a double-rotor compass motion are obtained, and the problem of the motion stability with respect to deviation from the conditioned connection is considered. The problem of optimal stabilization of the programmed motion of the regulator in the neighborhood of a manifold determined by a conditional connection is considered. Equations for determining the Lyapunov function coefficients are formulated, which solve the problem of optimal stabilization of stationary motions of the double-rotor compass. An explicit form of the controlling force, which realizes a conditional connection, is obtained. The stability of the stationary motion of the double-rotor compass is considered, and conditions are obtained under which stability takes place in the first approximation.

**Key words:** rotary compass, conditional connection, optimal stabilization, stability of stationary motion, Lyapunov functions.

Бизга маълумки [1], шартли боғланишлар системалар динамикасида (бошқарилувчи механик системалар) бу боғланишлар инвариант муносабатлар ҳисобланади. Бунга кўра, системага тегишли бошқариш параметрлари шундай танлаб олиндики, ҳаракат давомида шартли боғланишлар (инвариант муносабатлар) аниқ бажарилади. Аммо бошланғич шартларни доимо аниқ бажарилишини таъминлашни иложи бўлмагани учун, ҳаракат давомида шартли боғланишлардан оғиш пайдо бўлади. Бу ҳолда устиворлик шартли боғланишларга нисбатан кўриб чиқилади, яъни система боғланишларга нисбатан параметрик бўшатилади ва системани ўз ҳолатига қайтарувчи бошқариш параметрлари кидирилади. Агар икки роторли гиросферада конструкция масса марказини сфера марказига жойлаштирилса ва у ташқи моментлардан холи деб қаралса, у ҳолда компаснинг ҳаракат тенламалари қуйидаги кўринишда бўлади [2]

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} [2B \cos(\varepsilon - \delta) \sin \beta] + 2B(u_1 \cos \alpha \cos \beta + \\ + u_2 \sin \alpha \cos \beta) \cos(\varepsilon - \delta) = 0, \\ 2B(\alpha \cos \beta + u_1 \sin \alpha \sin \beta - u_2 \cos \alpha \sin \beta + \\ + u_3 \cos \beta) \cos(\varepsilon - \delta) = 0 \\ \frac{d}{dt} [2B \cos(\varepsilon - \delta)] = 0, \\ 2B(\alpha \sin \beta + \gamma - u_1 \sin \alpha \cos \beta + u_2 \cos \alpha \cos \beta + \\ + u_3 \sin \beta) \sin(\varepsilon - \delta) = \frac{c_1 h \rho^2}{L} \sin \delta \cos \delta \end{aligned}$$

Бу тенламалар системасидан кўриниб турибдики,  $\alpha = 0, \beta = 0, \gamma = 0, \delta = 0$ , хусусий ечим бўлмайди, яъни механизм ўз вазифасини компас сифатида аниқ бажара олмайди.

Агар компас ўқларига қўйиладиган моментлар қуйидаги



$$M_\beta = -2B \cos \varepsilon \frac{V}{R} \cos(\psi + \alpha) \cos \beta - K_1 \sin \beta, \quad M_\delta = -K \sin \gamma,$$

$$M_\alpha = -2B \cos \varepsilon \frac{V}{R} \sin(\psi + \alpha) \sin \beta + 2B \cos \varepsilon \times$$

$$\times (U \sin(\varphi - \beta) + \frac{V}{R} \sin(\psi + \alpha) \operatorname{tg} \varphi) \cos \beta,$$

$$M_\gamma = -2B \cos \varepsilon [\omega \cos \varphi + \frac{V}{R} \sin(\alpha + \phi)] \cos \beta -$$

$$- 2B \sin \varepsilon [\omega \sin \varphi + \frac{V}{R} \sin(\alpha + \phi) \operatorname{tg} \varphi] \sin \beta + \sigma_1 \sin \gamma$$

кўринишда танлаб олинса, оғдирилган ҳаракат тенгламалари биринчи яқинлашишда қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\dot{\alpha} - \frac{V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi \alpha + \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} (\omega \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi) \delta = 0,$$

$$\dot{\beta} + K_1 \beta + \cos \varphi \alpha - \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \frac{V_N}{R} \delta = 0,$$

$$\dot{\delta} + \frac{K}{2B \sin \varepsilon} \gamma = 0.$$

$$\dot{\gamma} + \sigma_1 \gamma - \frac{1}{2B \sin \varepsilon} (\chi + 2B \cos \varepsilon (\omega \cos \varphi + \frac{V_E}{R})) \delta = 0,$$

ва  $f_1 = \frac{V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi, \quad f_2 = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} (\omega \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi),$

$$K_1 = \frac{K}{2B \sin \varepsilon}, \quad f_3 = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \frac{V_N}{R}, \quad \sigma_1 = \frac{\sigma K}{2 \sin \varepsilon},$$

$$f_4 = \frac{1}{2 \sin \varepsilon} (\chi + 2 \cos \varepsilon (\omega \sin \varphi + \frac{V_E}{R})),$$

белгилашлардан сўнг  $\dot{\alpha} - f_1 \alpha + f_2 \delta = 0,$   
 $\beta + K_1 \beta - \omega \cos \varphi \alpha - f_3 \delta = 0,$   
 $\dot{\gamma} + \sigma_1 \gamma - f_4 \delta = 0, \quad \dot{\delta} + K_1 \gamma = 0,$  (1)

ўзгарувчан коэффициентли чизикли тенгламалар системасига эга бўлаемиз.

Олинган тенгламалар системасини соддарок кўринишга келтириш учун охириги тенгла-мадан вақт бўйича ҳосила олаемиз  $\dot{\delta} = -K_1 \dot{\gamma}$ , ва учинчи тенгламадан фойдаланиб

$$\dot{\delta} = -K_1 (-\sigma_1 \gamma + f_4 \delta) = -K_1 (f_4 \delta + \sigma_1 \frac{1}{K_1} \dot{\delta}) = -\sigma_1 \dot{\delta} - K_1 f_4 \delta,$$

яъни  $\delta$  ўзгарувчига нисбатан иккичи тартибли тенглама ҳосил қилаемиз. Шундай қилиб, оғдирилган ҳаракат тенгламалари биринчи яқинлашишда

$$\dot{\alpha} - f_1 \alpha + f_2 \delta = 0, \quad \beta + K_1 \beta + \omega \cos \varphi \alpha - f_3 \delta = 0, \quad (2)$$

$$\dot{\delta} - \sigma_1 \dot{\delta} - K_1 f_4 \delta = 0,$$

ўзгарувчи коэффициентли чизикли тенгламалар системасидан иборат бўлар экан. Оғдирилмаган ҳаракатни турғунликка текшириш учун,  $t$  вақтни ўрнига янги  $\tau = \int_0^t \sqrt{K_1 f_4(s)} ds$  ўзгарувчи киритамиз.

Бунда  $f_4 = \frac{1}{2 \sin \varepsilon} (\chi + 2 \cos \varepsilon (\omega \sin \varphi + \frac{V_E}{R}))$

фоладаги  $\chi$  ўзгармасни шундай танлаб олаемизки ихтиёр  $t$  учун  $f_4(t) > 0$  шарт бажарилсин. Бунга кўра,

вақтни  $0 \leq t < \infty$  ораликдаги ўзгаришига,  $\tau$  нинг  $0 \leq \tau < \infty$  ўзгариш оралиғи  $\frac{\dot{\omega}}{\omega}$  мос келади. Алмаштиришга кўра ва  $\bar{\sigma}_1 = \frac{\sigma_1}{\omega} - \frac{\dot{\omega}}{\omega^2}$  белгилашдан сўнг тенгламалар системаси қуйидаги

$$\dot{\alpha} - \frac{1}{\omega} (f_1 \alpha + f_2 \delta) = 0, \quad \ddot{\delta} - \bar{\sigma}_1 \dot{\delta} - \delta = 0,$$

$$\dot{\beta} + \frac{1}{\omega} (\omega \cos \varphi \alpha - f_3 \delta) - \frac{K_1}{\omega} \beta = 0, \quad (3)$$

кўринишга келади. Система учун Ляпунов функциясини

$$V = \frac{1}{2} (\alpha^2 + 2d\alpha\beta + \beta^2 + \delta^2 + \delta^2), \quad (4)$$

кўринишда танлаб олаемиз. Функция мусбат аниқланган бўлиши учун Сильвестр аломатига кўра  $d$  ўзгармас  $1-d^2 > 0$  тенгсизликни қаноатлантириши лозим.

Бу функциядан оғдирилган ҳаракат тенгламаларига кўра олинган ҳосила

$$\dot{V} = \frac{1}{\omega} (\alpha(f_1 \alpha + f_2 \delta) + \beta(-K_1 \beta - U \cos \varphi \alpha + f_3 \delta) +$$

$$+ d(\beta(f_1 \alpha + f_2 \delta) + \alpha(-K_1 \beta - U \cos \varphi \alpha + f_3 \delta))) - \sigma_1 \delta^2 = \frac{1}{\omega} [(f_1 - dU \cos \varphi) \alpha^2 +$$

$$+ (df_1 - K_1 d - U \cos \varphi) \alpha \beta - K_1 \beta^2 + (f_2 + df_2) \alpha \delta + (df_1 + f_3) \delta] - \sigma_1 \delta^2.$$

Оғдирилмаган ҳаракат асимптотик устивор бўлиши учун Ляпунов теоремасига кўра  $V$  манфий аниқланган квадратик формада иборат бўлиши керак, яъни

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & 0 & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & 0 & a_{24} \\ 0 & 0 & a_{33} & 0 \\ a_{14} & a_{24} & 0 & 0 \end{matrix}$$

аниқловчининг бош минорлари

$$\Delta_1 = a_{11} < 0, \quad \Delta_2 = a_{11} a_{22} - a_{12}^2 > 0, \quad \Delta_3 = a_{33} \Delta_2 < 0, \quad (5)$$

$$\Delta_4 = a_{33} (2a_{12} a_{14} a_{24} - a_{14}^2 a_{22} - a_{24}^2 a_{11}) > 0,$$

шартларни қаноатлантириши лозим.

Бу шартларни бажарилиши устида тўхталаемиз.

Биринчи  $\Delta_1 = a_{11} < 0$  тенгсизлик, юқоридаги

$$\frac{V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi - dU \cos \varphi < 0, \quad \text{белгилашларга кўра}$$

ва географик кенглик учун  $-\frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{\pi}{2}$  деб қаралса,  $V_N \sin \varphi - dR(1 - \sin^2 \varphi) < 0$  кўринишга келади. Агар  $s = \sin \varphi$  белгилаш киритсак  $dRs^2 + V_N s - dR < 0$  ва  $d$  ўзгармас  $0 < d < 1$  ораликда танлаб олинса, тенгсизлик қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{-V_N - \sqrt{V_N^2 + 4d^2 R^2}}{2dR} < s < \frac{-V_N + \sqrt{V_N^2 + 4d^2 R^2}}{2dR}, \quad (6)$$

Иккинчи тартибли бош минор учун

$$-K_1 (f_1 - dU \cos \varphi) - (df_1 - K_1 d - U \cos \varphi)^2 > 0, \quad (7)$$

тенгсизликка эга бўлаемиз.

Кўриш қийин эмаски, агар иккинчи тартибли бош минорга қўйиладиган шарт бажарилса, у ҳолда учинчи шарт  $\Delta_3 = a_{33} \Delta_2 < 0$  тўғридан-тўғри бажарилади,



агарда  $a_{33} = -\bar{\sigma}_1 = -\frac{\sigma_1}{\omega} + \frac{\dot{\omega}}{\omega^2} < 0$  ёки  $\sigma_1 - \frac{\dot{\omega}}{\omega} > 0$

шринли бўлса. Бунга кўра,  $\sigma_1$  ўзгармасни шундай

Танлаб оламизки  $\sigma_1 > \frac{1}{f_4} \frac{\cos \varepsilon}{\sin \varepsilon} (U \cos \varphi \frac{V_E}{R} + \frac{\dot{V}_E}{R})$

Тенгсизлик бажарилсин.

Охирги шартга тўхталадиган бўлсак, уни куйидаги кўринишда ёзсак бўлади:

$$(df_1 - K_1 d - U \cos \varphi)(f_2 + df_3)(df_2 + f_3) + K_1(f_2 + df_3)^2 -$$

$$\left(\frac{V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi - dU \cos \varphi\right)(df_1 + f_3)^3 < 0 \quad (8)$$

Шундай қилиб, хусусий ечимнинг асимптотик турғунлик шартлари вақтнинг ихтиёрий  $t > 0$  қийматларида (6)-(8) тенгсизликларни бажарилишидан иборат бўлар экан. Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики, тенгсизликлар константаларнинг  $d=0,97$ ,  $K_1=0,004$ , қийматларида, объект тезлигининг  $-70 < V_N < 70$ ,  $-200 < V_E < 200$  ораликдаги ўзгаришида ва  $-\frac{5\pi}{11} < \varphi < \frac{5\pi}{11}$  кенгликларда бажарилар экан.

#### Библиографик рўйхат

1. Беген А. Теория гироскопических компасов Аншютца и Сперри и общая теория систем с сервисовязями. - М.: Наука, 2001.
2. Ройтенберг Я.Н. Гироскопы. - М.: Наука, 2003.

УДК 669.3.046.4

© Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Маткаримов С.Т. 2018 г.

## ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ ШЛАКОВ СУЛЬФИДИРОВАНИЕМ ЕЁ ОКИСЛЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ



**Юсупходжаев А.А.**,  
проф. кафедры  
«Металлургия»  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
докт. техн. наук.



**Хасанов А.С.**,  
заведующий кафедрой  
«Металлургия и  
обогащение» НГГИ,  
докт. техн. наук.



**Худояров С.Р.**,  
заведующий кафедрой  
«Металлургия»  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.



**Валиев Х.Р.**,  
доц. кафедры  
«Металлургия»  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.



**Маткаримов С.Т.**,  
ст. преп. кафедры  
«Металлургия»  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Maqolada oksidlangan mis birikmalarini sulfidlash va mayda tomchilarini koalissensiyalash uchun Sharoitlarini yaratish yo'li bilan mis shlaklarini qayta ishlash masalalari ko'rib chiqilgan. Shlak tarkibidagi magnetitning tiklanishi tashlandiq mahsulotlardagi misning miqdori kamayishiga olib kelishi ko'rsatilgan, ammo oksidlangan birikmalar mavjudligi magnetit miqdori shlakda yuqori bo'ladi. Oksidlangan birikmalarining sulfidlanishi va mayda tomchilarni koalissensiyalash uchun sharoitlarni yaratish shlaklarni chuqur missizlantirish uchun imkon beradi.*

**Tayanch iboralar:** shlak, qayta ishlash, pirit boyitmasi, dissosiyatsiya, oltingugurtli temir, oksidlarni sulfidlash, koalissensiya, tub fazaga o'tkazish, kam chiqindili texnologiya.

*The article deals with the processing of copper slag by the sulfidation of their oxygenates and the creation of conditions for the coalescence of small droplets. It is shown that the reduction of slag magnetite significantly reduces the copper content in the waste products, but its concentration is still quite large due to the presence of its oxygenates. Sulfidation of oxygenates and the creation of conditions for the coalescence of small droplets creates conditions for deep desiccation of slags.*

**Key words:** slag, processing, pyrite concentrate, dissociation, iron sulphide, atomic sulfur, oxides sulphidation, coagulation, transfer to the bottom phase, low-waste technology.



Проблему рационального использования рудного сырья и создания малоотходной технологии, в частности при производстве меди, невозможно решить без организации комплексной переработки металлургических шлаков. Шлаки представляют собой большую ценность так как, кроме цветных, благородных и редких металлов они содержат в больших количествах железо и силикатные составляющие. Комплексное использование всех ценных компонентов шлаков является важнейшей научно-технической задачей, имеющей экономическое и социальное значение.

Для снижения потерь металлов со шлаками и повышения комплексности использования сырья, шлаки медеплавильного производства требуют дальнейшей переработки.

Среди применяемых и разрабатываемых способов переработки медьсодержащих шлаков наибольшее распространение получили пирометаллургические восстановительно-сульфидирующие способы обеднения в электропечах и флотационный [1-3].

Эффективность пирометаллургических способов обеднения шлаков достигается:

- использованием твёрдого (уголь или кокс), жидкого или газообразного восстановителя, иногда добавкой сульфидов, действующих как сульфидизатор и как восстановитель;
- достижением равновесия или максимально приближенного к равновесному состоянию системы металл-шлак;
- защитой поверхности расплавленного шлака от воздействия кислорода газовой фазы;
- аппаратным оформлением процесса [4].

Электропечное обеднение шлаков внедрено на большинстве японских заводов («Ассио», «Косаки», «Саганаки», «Тойо», «Тамано»), а также на заводах «Гатсила» (Индия), Глогув-II (Польша), «Норддойче Аффинери» (Германия), «Уэльва» (Испания), «Хидалго» (США), «Онсан» (Корея), «Пассар» (Филиппины), осуществляющих плавку во взвешенном состоянии. Такой же способ обеднения предусмотрен на заводах «Ла Каридад» (Мексика), «Сальвидор» (Бразилия) и др.

Анализ данных о работе этих предприятий показал, что содержание меди в отвальных шлаках колеблется в пределах 0,56 -0,80% [5]. Исходное содержание меди в шлаках до поступления в электропечь составляет 0,8 -2,0%. Авторы не приводят данных о количестве добавляемых присадок и расхода электроэнергии на их расплавление. Не исключено, что большое количество присадок лишь разбавляет шлак, и увеличивает её объём и, соответственно, уменьшается процентное содержание меди в отвальном шлаке.

Выбор способа обеднения шлаков зависит от ряда факторов, в том числе в стоимости электроэнергии, характера перерабатываемого сырья, наличия и загруженности плавильных агрегатов.

В Алмалыкском горно-металлургическом комбинате применение электропечной технологии не

предусмотрено. Применение такой технологии связано с большими капитальными затратами на строительство печей и их эксплуатацию. Кроме того, высокое содержание меди в отвальном шлаке делает такую технологию малопривлекательной и не отвечает основному положению экономической концепции республики, направленное на наиболее полное использование богатств земных недр.

На медеплавильном заводе АГМК управление технологическим процессом по снижению потерь меди с отвальными шлаками металлурги осуществляют путём контроля и регулирования основных параметров процесса. При этом вносят определённые изменения в режим плавки и создают определённые колебания в значениях контролируемых параметров. Систематическая регистрация этих параметров образует большой статистический материал, который может быть использован для анализа работы плавильных печей.

Так, на содержание меди в отвальном шлаке оказывают влияние такие факторы как:

- содержание меди и диоксида кремния в концентрате;
- содержание меди и диоксида кремния в конвертерном шлаке;
- содержание меди в штейне;
- содержание  $SiO_2$ ,  $CaO$  и  $FeO$  в отвальном шлаке;
- расход газа и воздуха;
- температура в конце печи;
- содержание  $Fe_3O_4$  в отвальном шлаке.

Обработка большого массива данных по вышеназванным критериям дали возможность установить, что наименьшие потери меди наблюдаются в шлаках оптимального состава, содержащих 42-45%  $SiO_2$ ; 12-13%  $CaO$ ; 22-25%  $FeO$  [6].

При кислородно-факельной плавке сульфидных медных концентратов медь теряется в двух формах: в растворённом состоянии и в виде механических потерь. Количество механических и растворённых потерь меди в шлаках КФП соотносится как 2:3 (общие 1,40% из них 0,55 – механические и 0,85 – растворённые потери) [6].

Оптимальным можно считать такой режим КФП сульфидных медных концентратов, при котором наблюдается минимальные потери ценных компонентов, минимальный пылевынос, максимальная производительность агрегата.

На Алмалыкском ГМК введена в эксплуатацию плавка сульфидных медных концентратов в печи Ванюкова. В этой печи согласно режимной карты получают медный штейн содержанием меди 45%. Медный штейн является целевым продуктом окислительной плавки сульфидной медной шихты в печи ПЖВ.

Образующийся при плавке отвальный шлак непрерывно выпускается из шлакового сифона печи и по переливному желобу поступает в шлаковый миксер, откуда, по мере накопления шлаковозами тарнспортируется в шлакоотвал.

Отвальный шлак является конечным продуктом переработки медьсодержащей шихты в печи Ванюкова,



безвозвратно выводимым из технологической схемы производства. В отвальном шлаке содержится 0,70% меди, которая теряется. Незначительное количество серы в шлаке (0,70%) и большое количество кислорода (10,97%) свидетельствуют о том, что медь в шлаке находится в окисленном состоянии и при флотации переходит в шлакохвосты.

Анализ производственных данных позволил установить следующие основные недостатки работы медеплавильных печей:

- сложность регулирования температуры в печи без изменения регулируемости;
- сложность регулирования состава продуктов плавки.

Шихта имеет переменный состав и для поддержания температурного режима приходится изменять расход кислорода в пределах 230-250  $m^3/t$ . В результате меняется степень десульфуризации, который определяет содержание меди как в штейне, так и в шлаке;

С ростом общей десульфуризации доля кислорода, поступающая в ванну с магнетитом и закисью меди растёт. В конечном счёте это приводит к образованию шлаков с высоким содержанием меди (0,70-1,50%) [7].

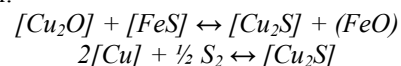
Изучение литературы и анализ работы предприятий по переработке медных шлаков позволил установить, что в большинстве случаев остаточное содержание металла в отвальном продукте составляет 0,50-0,70% и более. Причём методы переработки шлаков и их первоначальный состав практически не отражается на конечном результате обеднения. Ответ на этот вопрос мы нашли в трудах профессора Санакулова К.С. [8]. В монографии приводится баланс распределения различных форм меди в отвальном шлаке из которого видно, что 41,3% меди находится в оксидной форме и 33,7% в сульфидной. В геохимическом балансе доля оксидной меди составляет 0,50%, а сульфидной 1,20%.

Было установлено, что на долю основных извлекаемых форм меди (оксидная и сульфидная) приходится 0,69% от общего количества, на сульфатную 0,38%, на самородную 0,08%. Можно предположить, что сульфатная составляющая является вторичной и образовалась при охлаждении расплава. При температурах жидкого состояния (1100 °С и более) сульфаты являются неустойчивыми соединениями и разлагаются с выделением сернистых газов.

При обеднении этих шлаков сульфидная медь должна осесть в донную фазу. Оксидную медь необходимо сульфидировать, т.к. только в этом случае она может перейти в штейновую фазу. При изучении этих вопросов большое значение имеет фактор времени, т.к. они должны быть завершены за время пребывания шлака в печи до их слива. На наш взгляд, для того чтобы не снижать общую производительность печи, процессы сульфидирования окисленных соединений меди и создания условий для их коалесценции проводить в ковше после слива их из печи и транспортировки до шлакового отвала. При этом со-

здадутся условия, при которых донная часть расплава в виде бедного штейна может быть возвращена в голову процесса. Верхняя часть расплава, которая будет содержать малое количество меди может быть использовано в народном хозяйстве.

Сульфидирование окисленных соединений меди и металлической меди может протекать по следующим реакциям:



Максимальное сульфидирование по этим реакции будет иметь место при предельном насыщении ванны серой и её стационарного состояния.

Процесс сульфидирования при этом происходит достаточно быстро. Затруднения могут встречаться при отделении мелких частиц оксидов меди и металлической меди, взвешенных в ванне шлака. Скорость осаждения этих частиц мала и для ускорения их отделения от шлака эффективно перемешивание ванны. При этом будет обеспечен более тесный контакт шлака и сульфидизатора, например в результате продувки воздухом, инертными газами или углеводородами. Отделение взвешенных частиц – процесс более медленный и требует достаточного времени для перемешивания. Предельное содержание окисленной меди, находящейся в шлаковой ванне в конечном итоге определяется константой скорости сульфидирования:

$$K = [Cu_2S] (FeO) / [Cu_2O] [FeS]$$

Проведённые нами теоретические расчёты и результаты исследований показали, что остаточное содержание меди в шлаке может находиться в пределах 0,35 – 0,40% [9].

В реальных условиях набора и транспортировки шлака его перемешивание представляет собой определённые трудности. По этой причине, мы за основу реализации операций сульфидирования выбрали аппарат идеального смешения [10]. Шлаковый ковш по своей форме оптимально подходит для такого аппарата, где обеспечивается эффективное смешивание шлака и добавляемых ингредиентов. При этом используется энергия падающей и отражённой струи расплава. Процесс протекает в стационарном режиме, когда концентрации реагирующих веществ во всём объёме поддерживается постоянной. В этих аппаратах происходит контактирование жидкой струи и твёрдого порошкового материала. В металлургической практике большей частью приходится работать в интервале температур, незначительно (на 100 – 300 °С) превышающих температуру плавления твёрдого тела. В этой области температур у жидкости и твёрдого тела наблюдается большое количество общих черт.

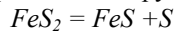
Хрупкость, характерна для твёрдых тел при приложении внешних воздействий, свойственна в известной мере и жидкостям. Вязкость жидкости сравнительно невелика и разрушить её путём скальвающих усилий можно лишь в течении



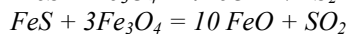
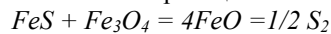
короткого времени действия ударной силы, когда колеблющиеся вокруг своих центров равновесия атомы или ионы находятся в стационарном положении. Время осёдлой жизни атома в жидкости составляет  $10^{-10}$  s. Если импульсный удар струи жидкости не превышает этого времени, то жидкость “ломается”, образуя осколки, характерные для для хрупкого разрушения твёрдых тел.

Подобные явления имеют место при контакте струи сливаемого шлака и имеющейся на дне шлаковой чаши порошка клинкера и пиритного концентрата. В результате этого существенно увеличивается контактная граница жидкость – твёрдое тело и ускоряется протекание химических реакций.

В качестве сульфидизатора мы использовали пиритный концентрат. При нагреве в контакте с жидким медным шлаком пирит диссоциирует по реакции:

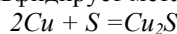


Выделяющийся сульфид железа не только сульфидирует окисленные соединения меди, но и восстанавливает магнетит шлака по реакциям:



Выделяющиеся при этом газы барбагируют жидкую ванну шлака и создают условия для коалесценции мелких капель штейна и перехода их в донную фазу.

Выделяющаяся в результате разложения пирита атомарная сера сульфидирует металлическую медь:



При этом сульфид меди также может перейти в штейновую фазу.

Основное назначение добавляемого пирита – это перевод оксида меди в его сульфид. Константа равновесия реакции взаимодействия между  $Cu_2O$  и  $FeS$  при  $1200$  °C равна  $10^4$ . Это значит, что даже если указанные оксид и сульфид взять в молярном соотношении 1:1, то и тогда активности  $Cu_2S$  в штейне и  $FeO$  в шлаке будут значительными величинами, тогда как в равновесном состоянии содержание  $FeS$  в штейне и  $Cu_2O$  в шлаке невелико.

Остаточное содержание металла в шлаке в значи-

тельной мере определяется значением константы равновесия обменной реакции. Если реакция будет записана в виде  $Cu_2O + FeS = Cu_2S + FeO$ , то при  $1300$  °C величина  $K$  обменной реакции для медного штейна (20% Cu) составляет  $1,3 \cdot 10^{-5}$ . Поэтому можно ожидать, что содержание меди в форме оксидов в шлаке будут малы.

Нами были проведены исследования по изучению влияния добавок сульфидизаторов на эффективность обеднения конвертерных шлаков клинкером цинкового производства. Для этой цели в шлаковый ковш загружали фиксированное количество порошкового клинкера и пиритного концентрата. Количество подаваемого пиритного концентрата изменяли в пределах 2-10% от массы шлака. Температура сливаемого шлака составляла  $1300$  °C. Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2.

Из данных на рис. 1 видно, что выход штейна прямо пропорционален количеству сульфидизатора на всём рассмотренном интервале изменений. При этом видно, что одно и тоже количество сульфидизатора с увеличением добавки клинкера приводит к увеличению выхода штейна. Это может быть результатом того, что формирование штейна осуществляется, главным образом, за счёт добавляемого пирита и металлического железа клинкера.

При проведении обеднительного процесса большое значение имеют такие показатели, как состав получаемого штейна и содержание меди в отвальном шлаке. Известно, что чем беднее штейн, тем больше будет проблем при его дальнейшей переработке. В тоже время, очень важно получить такое остаточное содержание меди в переработанном шлаке, которое не требовало бы дальнейшей доработки и было отвальным.

На рис. 2. представлены результаты исследований по определению содержания меди в штейне.

Анализ данных на рис. 2 показывает, что при увеличении расхода пиритного концентрата, при неизменном расходе клинкера, содержание меди в штейне снижается. По-видимому, это связано с тем обстоя-

тельством, что увеличение расхода пирита приводит к переходу сульфида железа в штейн и его разбавлению по меди. В связи с этим следует принять оптимальный расход пиритного концентрата в пределах 4-6% от веса шлака.

Наиболее важным показателем любого обеднительного процесса является остаточное содержание меди в шлаке и возможность его утилизации в народном хозяйстве без его складирования и хранения. На рис. 3 представлены результаты исследований по определению остаточного содержания меди в шлаке после обеднения. Зависимость, представленная на рис. 3 свидетельствует о том, что при добав-

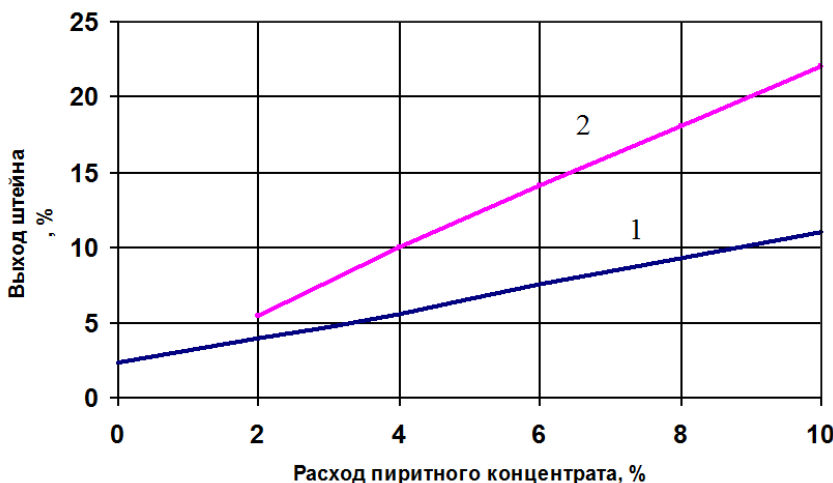


Рис. 1. Зависимость выхода штейна от расхода  $FeS_2$ .

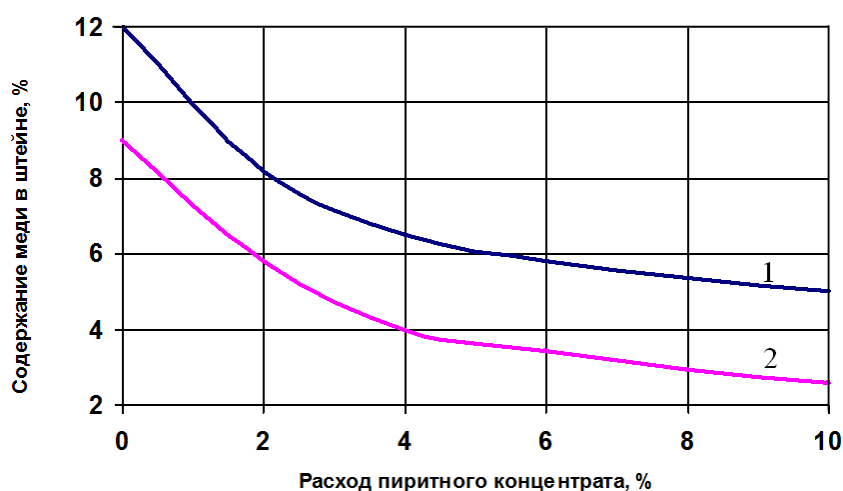


Рис. 2. Зависимость содержания меди в штейне при обеднении с добавкой пиритного концентрата.

лении пиритного концентрата в шлаке происходит сульфидирование окисленных соединений меди и переход их в донную фазу. Не исключено также сульфидирование металлической меди, коалесценция мелких капель штейна и их осаждение в штейновую фазу. При этом остаточное содержание меди в шлаке составляло 0,35-0,45%. Подобные эксперименты по достижению более глубокого обеднения при увеличении расхода реагентов, а также при изменении других параметров не дали существенного результата. При чрезмерном расходе реагентов наблюдали увеличение объема штейновой фазы за счёт разбавления расплава сульфидом железа. Получение более глубокого обеднения, по всей видимости, получить не удастся. По нашему мнению медь в обеднённом шлаке находится в таком виде, из которого извлечь его с приемлемыми технико-экономическими показателями затруднено.

Всё дело в том, что основное количество железа в шлаке находится в виде вюстита. Вюстит является нестехиометрическим соединением и имеет формулу

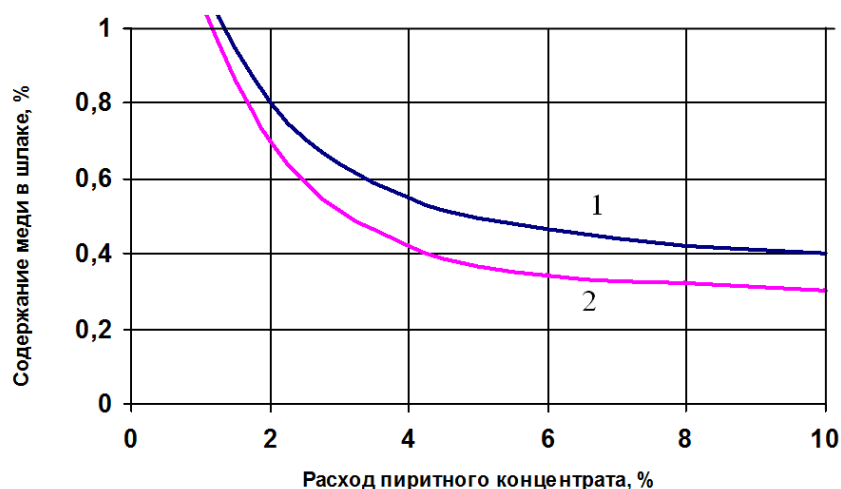


Рис. 3. Зависимость остаточного содержания меди в обеднённом шлаке от расхода пиритного концентрата.

$Fe_{1-x}O$ . Символ « $x$ » означает нехватку ионов железа в кристаллической решётке оксида. По стехиометрии в оксиде железа должно быть 77,78%  $Fe$ , а кислорода 22,22%. Проведённый нами химический анализ состава вюстита показал, что содержание кислорода в нём колеблется в пределах от 23 до 25%. Увеличение содержания кислорода связано с нехваткой ионов железа. Вакансии ионов железа имеют отрицательный заряд и они легко притягивают к себе положительно заряженные ионы меди и они заполняют пустоты. Кроме того, в шлаках содержится до 2% серы, в основном, в виде сульфида железа  $Fe_{1-x}S$ . Из этой формулы также можно сделать вывод о том, что в кристаллической решётке атомов

железа меньше, чем серы, на величину « $x$ », т.е. концентрация вакансий железа равна « $x$ ». Кристаллы состава отвечающие «железному краю» области гомогенности, близки к стехиометрическим и отношение железа к сере в них равно 1. На «серном крае» области гомогенности содержание серы при температуре 745 °С достигает 54,5% (ат). Следовательно, почти 10% узлов железа оказывается незаполненным. Эти вакансии также могут быть заполнены ионами меди. Для того чтобы извлечь медь из кристаллических решёток оксида и сульфида железа их структуры в расплаве должны быть полностью разрушены, что маловероятно.

Из сказанного выше следует, что оптимальной величиной обезмеживания шлаков является её остаточная концентрация на уровне 0,35-0,40%. Остаточная часть меди находится практически в неизвлекаемой форме и расположена в кристаллической решётке соединений шлакового расплава.

На основании проведённых исследований можно сделать вывод о том, что при совместном использовании восстановительно-сульфидирующих комплексов можно переработать медьсодержащие шлаки с использованием тепла расплавленного состояния с приемлемыми технико-экономическими показателями. При этом в обеднённом шлаке содержание меди находится в пределах 0,35-0,45%. Эту медь уже практически невозможно извлечь без разрушения структуры компонентов шлака. Это означает, что обеднённые шлаки можно использовать в отраслях народного хозяйства (при производстве цемента, в строительной индустрии, при дорожном строительстве и т.д.) Это даст возможность комбинатам перейти на малоотходную или безотходную технологию.



### Библиографический список

1. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. -Т.: ФАН, 2007. -256 с.
2. Metals The Metallurgy of the Common, Gold, Silver, Iron, Copper, Lead, and Zinc, by Leonard S. Austin. 2012.
3. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Бердияров Б.Т. Снижение безвозвратных потерь меди с отвальными шлаками. Материалы XII международной конференции по проблемам горно-металлургической промышленности, строительства и энергетики. Тула-Минск - Донецк. 2-3 ноября 2016 г. -С 151-160.
4. Uradhva K. // Metals. – 2015. – Vol. 35. – №9. – р. 36.
5. Мечев В.В., Быстров В.П., Тарасов А.В. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. - М.: Металлургия, 1999. -412 с.
6. Сайназаров А.М. Исследование и разработка эффективной технологии переработки сульфидных медных концентратов в печах кислородно-факельной плавки. Диссертация на соискание академической степени магистра. - Т.: ТашГТУ, 2008. -70 с.
7. Купряков Ю.П. Шлаки медеплавильного производства и их переработка. - М.: Металлургия, 1998. -200 с.
8. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. - Т.: АН РУз "ФАН", 2009. -404 с.
9. Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Худояров С.Р. Проблемы потерь меди со шлаками и возможности их улучшения. Горный Вестник Узбекистана № 1, 2015. -С. 116-120.
10. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 2012. -784 с.

УДК 622.765 : 622.343 : 622.7-17 (575.11)

© Алимов Р.С., Усенов Р.Б., Юсупходжаев А.М., Алматов И.М. 2018 г.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО МЕТОДА ОБОГАЩЕНИЯ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ МЕДНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АГМК



**Алимов Р.С.,**

начальник лаборатории по извлечению редких металлов и редкоземельных элементов ГП «ИМР».



**Усенов Р.Б.,**

начальник специализированной лаборатории по комплексному изучению свойств горючих сланцев и углей ГП «ИМР».



**Юсупходжаев А.М.,**

главный научный сотрудник специализированной лаборатории по комплексному изучению свойств горючих сланцев и углей ГП «ИМР», канд. техн. наук.



**Алматов И.М.,**

инженер-технолог I-категории специализированной лаборатории по комплексному изучению свойств горючих сланцев и углей ГП «ИМР».

*Maqolada konchilik sanoati texnogen chiqindilaridan foydalanishning ahamiyatlari va ularni saqlashning ekologiyaga ko'rsatadigan salbiy oqibatlarini haqida ma'lumot berilgan. Olmaliq tog' metallurgiya kombinati otvallarida shu davrgacha bo'lgan vaqt mobaynida yig'ilgan chiqindilar va qimmatbaho elementlarning tarkibi haqida ma'lumot olsa bo'ladi. Mis boyitish fabrikasi chiqindilaridan olingan namuna granulometrik tahlili ko'rsatilgan. Chiqindi namunasi turli xil reagentlar qo'shib flotatsiya usulida boyitib ko'rilgan va namunani laboratoriya sharoitida o'rganish natijalari berilgan.*

**Tayanch iboralar:** OTMK, texnogen chiqindilar, texnogen kon, flotatsiya usulida boyitish, ajiraliq, muhit sozlovchi reagentlar, yig'uvchi va ko'pik hosil qiluvchi reagentlar, konsentrat.

*The article shows the importance of processing man-made wastes of the mining industry and a review of their negative impact on the environment. Information on the quantitative and qualitative composition of the waste of Almalyk Mining and Metallurgical Combinat is provided. A granulometric analysis of samples taken from the dump tailings of a copper concentrating mill is given. The results of wastes enrichment by the flotation method in laboratory conditions with the use of various reagents are shown.*

**Key words:** AMMC, man-made wastes, man-made deposit, flotation enrichment, separation, reagents - medium regulators, reagents - collectors and foaming agents, concentrate.



Постоянный рост использования природных ресурсов сопровождается резким увеличением количества производственных отходов. Одной из важных мировых проблем является утилизация техногенных отходов горной промышленности. С одной стороны, техногенные отходы представляют собой ценные продукты, содержащие значительное количество благородных и цветных металлов, они не требуют добычи, транспортировки и измельчения, что в значительной степени удешевляет их переработку. С другой стороны, техногенные отходы складываются в хвостохранилищах, занимают огромные площади и представляют определенную экологическую опасность для окружающей среды.

Накопленное количество отходов, сконцентрированных в виде отвалов балансовых и забалансовых руд, хвостохранилищ и шлакоотвалов, составляют один из видов минеральных ресурсов и квалифицируются как техногенные месторождения [1].

Современный этап углубления экономических реформ требует коренных структурных сдвигов и перевода экономики на путь интенсивного развития. В комплекс актуальных задач по удовлетворению потребностей развивающихся отраслей народного хозяйства значительное место отводится внедрению механизма, нацеленного на рациональное использование минеральных ресурсов и переработки техногенных отходов. Экстенсивный путь развития добычи полезных ископаемых, выражающийся в вовлечении все новых и новых месторождений в процессе эксплуатации, не приемлем в современных условиях. Такой подход приводит к истощению многих месторождений полезных ископаемых, к необходимости использования объектов с более низким качеством сырья, со сложными горнотехническими условиями добычи и т.д. Из-за снижения содержания полезных компонентов в сырье для получения того же количества продукции приходится перерабатывать больше горной массы, увеличивается доля труднообогатимых руд, что ведет к росту материальных, трудовых и финансовых затрат на производство конечного товара и образование в большом количестве техногенных отходов. Все это требует интенсификации исследований, поиска подходов к решению проблемы рационального освоения минеральных ресурсов и переработке техногенных отходов.

Очевидно, что снижение количества отходов за счет их дополнительной переработки или использования в производстве, внедрение более современных и эффективных технологий будут способствовать улучшению экологической ситуации, дополнительному сбережению ресурсов и энергии, а также более полному освоению богатств недр.

Проблема утилизации отходов горнорудных предприятий является общеизвестной. Это проблема актуальна и в нашей стране. Крупные предприятия Узбекистана Навоийский и Алмалыкский горно-металлургические комбинаты являются уникальными в мировой горнорудной практике, как по своим производственно-экономическим показателям, так и по сложности и новизне решаемых в процессе их эксплуатации научно-технических задач. Несмотря на используемые передовые технологии, горно-металлургическое производство комбинатов не является безотходным. В настоящее время на отвалах АГМК в результате многолетней переработки руд скопилось: хвостов флотации медно-обогатительной фабрики (МОФ) 960,5 млн. *t* с содержанием меди 0,17%; шлаков пирометаллургического процесса 12,4 млн. *t* с содержанием меди 1,4% [2].

Отходы обогащения медно-молибденовой руды месторождения Кальмакыр, так называемые «хвосты», образующихся при получении медно-молибденового коллективного концентрата методом флотации и занимают огромные площади. При этом подтапливаются прилегающие территории, загрязняются подземные воды.

Характерной особенностью данного вида сырья является его легкодоступность, все хвосты флотации находятся на поверхности, залегают компактно и, соответственно, не требуют больших затрат на добычу, т.е. отпадает трудоемкий и дорогостоящий процесс – измельчение пород из монолитного массива (проходка буровзрывных скважин, зарядание и взрывание, экскавация породы).

Большинство развитых зарубежных стран давно практикует политику сбережения своих минеральных ресурсов, интенсивно вовлекая в переработку техногенные месторождения, утилизируя отходы производства, разрабатывая технологии переработки этих отходов. Например, в США еще 1993 г. доля вторичного

**Таблица 1**

**Гранулометрический состав и распределение ценных компонентов в отвальных хвостах МОФ АГМК по классам крупности**

Класс крупности, <i>mm</i>	Выход, %	Содержание, %						Распределение, %					
		<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>SiO<sub>2</sub></i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	<i>Au, g/t</i>	<i>Fe</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>SiO<sub>2</sub></i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	<i>Au</i>
+1	4,9	7,6	0,29	0,014	60,35	12,03	0,38	5,0	10,2	3,9	4,5	6,0	4,7
-1+0,5	7,9	5,6	0,23	0,014	69,18	10,31	0,33	5,9	13,0	6,2	8,2	8,2	6,6
-0,5+0,315	20,4	5,1	0,16	0,017	70,59	10,05	0,39	13,8	23,4	19,6	21,7	20,8	20,3
-0,315+0,1	52,1	7,6	0,11	0,02	67,06	9,65	0,39	52,9	41,1	58,8	52,6	50,9	51,8
-0,1+0,074	7,1	12,8	0,10	0,017	58,59	8,99	0,52	12,2	5,1	6,8	6,3	6,5	9,4
-0,074+0	7,6	10,1	0,13	0,011	58,94	9,92	0,37	10,3	7,1	4,7	6,7	7,6	7,2
Исходная проба	100,0	7,5	0,14	0,018	66,40	9,87	0,392	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

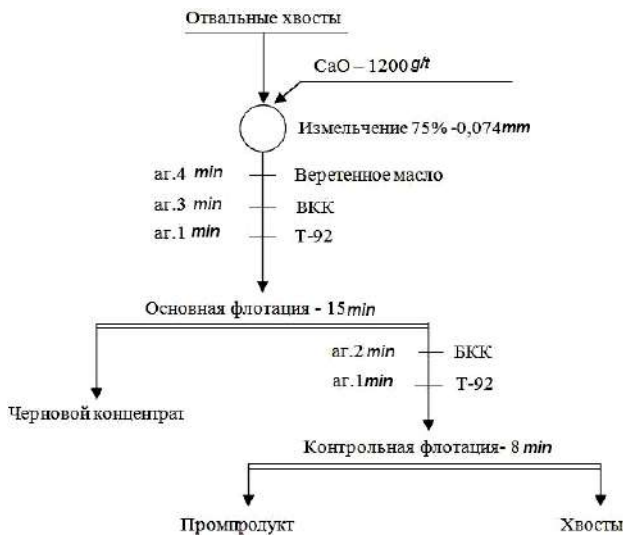


Рис. 1. Схема флотационного обогащения хвостов МОФ АГМК.



Рис. 2. Схема флотации отвалных хвостов МОФ АГМК с перечисткой концентрата основной флотации.

сырья в производстве цветных металлов составляла: по меди – 55%, вольфрам – 28%, никелю – 25% [3].

Подобная тенденция использования вторичных ресурсов наблюдается не только в США, но и в Канаде, Филиппины, ЮАР, Болгарии, России и других странах.

Хвосты МОФ АГМК содержат ценные элементы медь 1390 g/t, молибден 30 g/t, золото 0,33 g/t, серебро 1,15 g/t, рений 0,037 g/t, висмут 1,4 g/t, теллур 0,11 g/t, селен 3,0 g/t и палладий 0,46 g/t. Извлечение металлов в таких содержаниях ценных компонентов из техногенных отходов может быть экономически эффективно при комплексности разрабатываемой технологии.

Минеральный состав отходов МОФ представлен

в основном кварцем, полевыми шпатами, серицитами и в подчиненном количестве темноцветными и вторичными минералами. Пирит является самым широко распространенным рудным минералом в отвалных хвостах МОФ. Также отмечаются халькопирит, сфалерит, галенит, молибденит и оксиды железа в концентратах гравитационного обогащения отвалных хвостов МОФ.

Для выяснения гранулометрического состава техногенных отходов, распределения ценных компонентов по классам крупности проведен ситовой анализ.

Как видно из табл. 1, выход класса +0,1 mm значительный и составляет ~85%; содержание класса -

Таблица 2

Результаты флотации отвалных хвостов МОФ АГМК

№ опыта	Продукты обогащения	Выход, %	Содержание, g/t						Извлечение, %						Расход реагентов, g/t
			Fe,%	Cu,%	Mo	Au	Ag	Re	Fe	Cu	Mo	Au	Ag	Re	
1	Черновой конц.	7,1	11,8	0,99	74,3	2,99	5,37	0,245	15,3	50,4	25,3	58,0	33,3	22,7	Осн. флот.: Вер. масло - 10, БКС - 40, Т-92 - 60; Конт. флот.: БКС - 20, Т-92 - 30
	Промпродукт	3,2	20,8	0,33	33,3	1,38	3,65	0,117	12,1	7,5	5,1	12,0	10,2	4,9	
	Хвосты	89,7	4,5	0,07	16,2	0,12	0,72	0,062	72,6	42,1	69,6	30,0	56,5	72,4	
	Исх. проба	100,0	5,5	0,14	20,9	0,37	1,15	0,077	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
2	Черновой конц.	4,8	23,5	1,14	382,0	4,18	8,07	0,587	21,4	41,1	69,9	34,4	33,9	45,4	Осн. флот.: Сланцевая смола - 25, БКС - 25, Т-92 - 60; Конт. флот.: Сланцевая смола - 10, БКС - 10, Т-92 - 30
	Промпродукт	3,5	14,7	0,35	49,2	1,38	3,75	0,171	10,0	9,4	6,7	8,4	11,7	9,8	
	Хвосты	91,7	3,9	0,07	6,7	0,36	0,67	0,030	68,6	49,5	23,5	57,1	54,4	44,8	
	Исх. проба	100,0	5,2	0,13	26,0	0,58	1,13	0,061	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
3	Черновой конц.	4,4	9,0	1,70	489,0	2,02	8,13	1,038	7,7	47,2	76,5	24,6	29,2	46,2	Осн. флот.: Сланцевая смола - 50, Т-92 - 60; Конт. флот.: Сланцевая смола - 25, Т-92 - 30
	Промпродукт	3,8	5,8	0,41	75,4	1,04	2,97	0,592	4,2	9,8	10,0	10,7	9,1	22,4	
	Хвосты	91,8	5,0	0,07	4,2	0,26	0,83	0,034	88,1	43,0	13,5	64,6	61,8	31,4	
	Исх. проба	100,0	5,2	0,16	28,3	0,36	1,23	0,099	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
4	Черновой конц.	7,1	24,7	1,12	178,0	2,07	7,31	0,476	33,9	55,9	64,7	41,5	43,5	49,2	Осн. флот.: БКС - 150, Т-92 - 60; Конт. флот.: БКС - 70, Т-92 - 30
	Промпродукт	1,6	8,7	0,36	57,5	0,59	3,27	0,350	2,7	4,1	4,8	2,7	4,4	8,2	
	Хвосты	91,3	3,6	0,06	6,5	0,22	0,68	0,032	63,4	40,0	30,6	55,8	52,1	42,6	
	Исх. проба	100,0	5,2	0,14	19,5	0,35	1,19	0,069	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
5	Черновой конц.	10,0	14,3	0,87	60,2	2,32	5,21	0,448	28,0	60,8	40,3	60,0	47,5	48,3	Осн. флот.: БКС - 25, Т-92 - 60; Конт. флот.: БКС - 12,5, Т-92 - 30.
	Промпродукт	2,5	14,7	0,22	32,7	0,70	2,90	0,206	7,1	3,8	5,4	4,5	6,6	5,5	
	Хвосты	87,5	3,8	0,06	9,3	0,16	0,58	0,049	64,9	35,3	54,3	35,5	45,9	46,2	
	Исх. проба	100,0	5,1	0,14	14,9	0,39	1,10	0,093	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	



Таблица 3

## Флотация отвальных хвостов МОФ АГМК с одной перемешкой концентрата основной флотации

Продукты обогащения	Выход продукта, %	Содержание, g/t						Извлечение, %					
		Fe, %	Cu	Mo	Au	Ag	Re	Fe	Cu	Mo	Au	Ag	Re
Концентрат 1	1,0	37,3	46991	1099	8,5	24,0	3,900	6,6	27,3	25,8	22,8	15,8	23,7
Концентрат 2	3,5	42,6	14451	459	3,5	12,1	1,440	26,6	29,5	38,0	33,4	28,1	30,8
<b>Концентрат общий</b>	<b>4,4</b>	<b>40,9</b>	<b>19630</b>	<b>463</b>	<b>7,2</b>	<b>14,7</b>	<b>1,540</b>	<b>33,3</b>	<b>56,8</b>	<b>63,8</b>	<b>56,2</b>	<b>44,0</b>	<b>54,4</b>
Промпродукт 1	0,9	5,0	2161	60	0,6	2,7	0,189	0,9	1,2	1,3	1,5	1,7	1,1
Промпродукт 2	2,4	8,8	2553	103	0,5	3,3	0,503	3,8	3,6	5,8	3,2	5,2	7,3
Хвосты 1	45,6	3,7	671	12	0,1	0,8	0,061	31,	18,1	13,5	17,4	23,4	17,2
Хвосты 2	46,6	3,7	735	14	0,2	0,8	0,069	31,1	20,3	15,5	21,7	25,7	19,9
<b>Хвосты общие</b>	<b>92,3</b>	<b>4,0</b>	<b>730</b>	<b>9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,053</b>	<b>62,1</b>	<b>38,4</b>	<b>29,0</b>	<b>39,1</b>	<b>49,1</b>	<b>37,2</b>
Исходная	100	5,5	1689	42	0,4	1,5	0,162	100	100	100	100	100	100

0,074 mm в пробе -7,6%. Наиболее богаты по меди классы больше 1,0 mm. По другим классам крупности металлы распределяется пропорционально выходам. Извлечение металлов в класс -0,315+0,1 мм увеличивается в соответствии с выходом продукта. Основное количество меди (93%) распределялось в класс +0,074 mm.

Исследования по флотации проведены с целью доизвлечения меди, молибдена и других ценных металлов из отвальных хвостов медно-обогащительной фабрики АГМК.

В качестве собирателя в процессе флотации для извлечения остаточного количества металлов использовались собиратель - бутиловый ксантогенат, керосин, сланцевая смола, веретенное масло; вспениватель - Т-92. Как регулятор среды применялась негашёная известь.

Флотация осуществлялась в лабораторных флотомашинах марки 240-ФМЛ с объемом камеры 3 l и ФМ - 2, с объемом камеры - 1 l.

По схеме рис. 1 проводились опыты флотации. Проба измельчалась до крупности -0,074 mm класса 75%. Результаты флотации отвальных хвостов МОФ АГМК приведены в табл. 2.

Как следует из табл. 2, что при флотации отвальных хвостов МОФ АГМК, выход черного концентрата составляет 4,4-10,0%. В этом случае извлечение меди в черновой концентрат из исходных техногенных отходов составляет в интервале 41,1-60,8%. Содержание меди в черновом концентрате увеличивается до 0,87-1,7% с 0,13-0,16%.

Самое высокое извлечение меди при использовании в основной флотации собирателя - БКК 25 g/t, вспенивателя Т-92 60 g/t и составляет 60,8%, при этом извлечение молибдена и золота составляют 40,3% и 60,0% соответственно.

Следует отметить, что при флотации отвальных хвостов МОФ АГМК при использовании в качестве собирателя - сланцевой смолы значительно увеличивается содержание молибдена в черновом концентрате с 382 до 489 g/t, параллельно увеличивается извлечение молибдена с 69,9 до 76,5%.

На основе полученных результатов ранее проведенных исследований проводили флотацию отвальных хвостов МОФ АГМК с перемешкой концентрата ос-

новной флотации по схеме, представленной на рис. 2. Расход реагентов составил в основной флотации: собиратель БКК 25 g/t, вспениватель Т-92 60 g/t, в контрольной флотации: БКК 12,5 g/t, вспениватель Т-92 30 g/t. Результаты исследований приведены в табл. 3-4.

Как видно из табл. 3, при флотации отвальных хвостов МОФ АГМК с одной перемешкой концентрата основной флотации, извлечение меди и молибдена в общий концентрат составляет 56,8% и 63,8%, соответственно. Содержание меди и молибдена в общем концентрате увеличивается более чем в 11 раз по сравнению с исходным и составляет медь -1,96%, молибден - 463 g/t.

При этом извлечение золота, серебра и рения в коллективный концентрат составляет соответственно 56,2%, 44,0% и 54,4%.

Как следует из табл. 4, при флотации отвальных хвостов МОФ АГМК с двойной перемешкой концентрата основной флотации по схеме, представленной на рис. 2, извлечение меди и молибдена в общий концентрат составляет 58,4% и 56,2%, соответственно. При этом за счет дополнительной перемешки содержание меди и молибдена в общем концентрате увеличивается более чем в 15 раз по сравнению с исходным и составляет медь -2,8%, молибден - 463 g/t. При этом извлечение золота, серебра и рения в общий концентрат составляет соответственно 56,7%, 44,0% и 57,9%.

В результате проведенных исследований пробы МОФ АГМК можно сделать следующие выводы:

1. Содержание меди в отобранных точечных пробах из отвальных хвостов после проведения химического анализа, составило в среднем 0,139%;
2. Самое высокое извлечение меди наблюдается при использовании в основной флотации собирателя - БКК 25 g/t, вспенивателя Т-92 60 g/t и составляет 60,8%, при этом извлечение молибдена и золота составляют 40,3% и 60,0% соответственно.
3. Экспериментально показана целесообразность применения метода флотационного обогащения отвальных хвостов МОФ и получения низкосортного медного концентрата, содержащего медь, молибден, золото, серебро и рений пригодного для переработки на действующем производстве АГМК, определены



Таблица 4

**Флотация отвальных хвостов МОФ АГМК с двойной перемешкой концентрата основной флотации**

Продукты обогащения	Выход продукта, %	Содержание, g/t						Извлечение, %					
		Fe, %	Cu	Mo	Au	Ag	Re	Fe	Cu	Mo	Au	Ag	Re
Концентрат 1	1,5	45,1	32890	795	7,3	20,2	3,210	12,3	29,2	29,2	29,2	20,9	27,5
Концентрат 2	1,9	44,9	26031	583	5,4	17,7	2,810	15,5	29,2	27,0	27,5	23,1	30,4
<b>Концентрат общий</b>	<b>3,4</b>	<b>43,1</b>	<b>27698</b>	<b>618</b>	<b>7,3</b>	<b>18,8</b>	<b>2,390</b>	<b>27,8</b>	<b>58,4</b>	<b>56,2</b>	<b>56,7</b>	<b>44,0</b>	<b>57,9</b>
Промпродукт 1	0,4	12,7	3282	124	0,7	5,6	0,704	0,9	0,8	1,2	0,8	1,5	1,6
Промпродукт 2	1,7	7,4	2181	64	0,5	3,0	0,197	2,2	2,2	2,6	2,2	3,4	1,9
Промпродукт 3	2,7	20,0	2509	217	0,9	4,4	1,190	10,0	4,1	14,6	6,3	8,3	18,7
Хвосты 1	44,4	3,7	648	14	0,2	0,7	0,039	29,8	17,2	15,1	23,1	22,9	10,0
Хвосты 2	47,5	3,4	613	9	0,1	0,6	0,036	29,3	17,4	10,3	10,9	19,8	9,9
<b>Хвосты общие</b>	<b>91,9</b>	<b>3,8</b>	<b>664</b>	<b>9</b>	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>0,037</b>	<b>59,1</b>	<b>34,6</b>	<b>25,4</b>	<b>34,0</b>	<b>42,7</b>	<b>19,9</b>
Исходная	100	5,4	1673	40	0,4	1,4	0,173	100	100	100	100	100	100

оптимальные режимы и показатели эффективности обогащения.

4. Разработанная технологическая схема переработки отвальных хвостов МОФ АГМК позволяет извлекать металлы в низкосортный медный концентрат, содержащий 2,83% меди, 748 g/t молибдена, 6,2 g/t золота, 21,3 g/t серебра и 3,51 g/t рения.

Существует два варианта дальнейшей переработки полученного продукта:

- повышение содержания металлов до предельной

допустимой концентрации для металлургической переработки, с применением действующей технологии обогащения;

– опираясь на опыт мировых производителей медного концентрата (фабрика «Артур» и «Магна» США и «Толедо» Филиппины), полученный низкосортный концентрат с содержанием меди 2,83% направить на основную фабрику для объединения с концентратом основной флотации с целью увеличения количества металла.

**Библиографический список**

1. Снурников А.П. Комплексное использование минеральных ресурсов в цветной металлургии / М.: Металлургия, 1986. - 384 с.
2. Санакулов К.С. К вопросу обоснования и разработки технологии переработки отходов горно-металлургических производств // Горный вестник Узбекистана №1(36), 2009. - С. 27-38.
3. Семенов Е.В., Медведева О.А. Технология разработки техногенных месторождений Кривбасса // Меж-вед. сб. научн. тр. «Геотехническая механика». - С.235-239.





## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ НОВОГО ВИДА ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БАЗЕ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ



**Донияров Н.А.**,  
декан  
химико-металлургического  
факультета НГГИ,  
канд. техн. наук, доцент.



**Тагаев И.А.**,  
доцент кафедры  
«Химическая технология»  
НГГИ, канд. сель-хоз. наук.



**Муратов И.Н.**,  
магистрант кафедры  
«Химическая технология» НГГИ.



**Муродов Ш.А.**,  
магистрант кафедры  
«Металлургия» НГГИ.

*Maqolada "Navoiyazot" AJning biokimyoviy tozalash sexi faol illari mikroorganizmlari bilan past navli fosforit rudalarini qayta ishlash natijalari keltirilgan. Olingan natijalar rudadagi kamyob yer fosforit metallari va uranni eritmaga o'tkazib, ularni ajratib olish va fosforit rudalarini samarali boyitish imkonini berishini ko'rsatadi.*

**Tayanch iboralar:** *past navli fosforit rudasi, rudani faol il bilan qayta ishlash, organil birikmalar, faol il mikroorganizmlari, roentgen-flyuoessentli spectral tahlil, qo'llaniladigan reagentlar.*

*In the article given the results of processing low-grade phosphorites by microorganisms of activated sludge from the biochemical purification plant of JSC Navoiyazot." The results obtained on the leaching of rare and rare-earth elements into the liquid phase make it possible to separate them and by this way effectively enrich the phosphorites.*

**Key words:** *low-grade phosphorites, processing by microorganisms of activated sludge, activated sludge, X-ray flow-spectroscopy, reagents.*

Узбекистан, являясь агропромышленной страной, занимает 3,73 млн. га площади орошаемой пашни. Именно на ней производят 97% всей сельскохозяйственной продукции страны. Получается, что на один га орошаемой пашни у нас приходится только 39,8 кг  $P_2O_5$ , а необходимо вносить при выращивании зерновых колосовых 100-120 кг/га  $P_2O_5$ , хлопчатника 145-165 кг/га  $P_2O_5$ , овощных культур 100-110 кг/га  $P_2O_5$ , риса 140-145 кг/га  $P_2O_5$ , кукурузы на зерно 120-140 кг/га  $P_2O_5$ . Это говорит о том, что наше сельскохозяйственное производство испытывает большой дефицит в фосфорсодержащих удобрениях.

Дефицит фосфорных удобрений усугубляется ещё и тем, что с урожаем выносятся из почвы большое количество питательных компонентов. Известно, что одна тонна хлопка-сырца выносит из почвы ежегодно 45 кг азота, 15 кг  $P_2O_5$  и 45 кг  $K_2O$ . Одна тонна пшеницы выносит из почвы ежегодно 35 кг азота, 10 кг  $P_2O_5$  и 24 кг  $K_2O$ . При валовом сборе хлопка-сырца 3 млн. т и пшеницы 6,1 млн. т только этими двумя культурами из почвы ежегодно уносится с урожаем 348,5 тыс. т азота, 106 тыс. т фосфора и 281,4 тыс. т калия. А ведь другие культуры также выносят из почвы большое количество питательных веществ. Их надо в почве восполнять.

Необходимо отметить, что производство фосфорсодержащих удобрений в Республике лимитируется качеством имеющегося у нас фосфорита Центрально-Кызылкумского месторождения. Это бедное по фосфору сырьё, к тому же содержащее большое количество нежелательных примесей, в частности, карбонатов и хлора. Такое сырьё не пригодно для получения из него высококонцентрированных фосфорсодержащих удобрений, т.е. не пригодно для азотнокислотной, сернокислотной и солянокислотной переработки его в концентрированные фосфорсодержащие удобрения. Большое количество кислоты при этом будет тратиться не на разложение фторапатита, а на взаимодействие с карбонатом кальция, давая крупнотоннажные отходы производства, такие как нитрат, сульфат или хлорид кальция. Кислотная переработка такого высококарбонизированного сырья сопровождается обильным пенообразованием, в значительной степени нарушающим весь технологический процесс и снижающим производительность оборудования.

Чтобы получить высококачественное фосфорсодержащее удобрение из такого сырья, его нужно предварительно обогатить. Поэтому на Кызылкумском фосфоритовом комбинате (КФК) осуществлено



многостадийное обогащение: дробление, сухое обогащение с получением рядовой фосфоритовой муки, отмывка от хлора, обжиг для удаления  $CO_2$ .

В настоящее время КФК выпускает три вида фосфатного сырья: мытый обожженный концентрат ( $P_2O_5$ -27-29%;  $Cl < 0,04\%$ ) в объеме 400 тыс.  $t$  в год; мытый сушеный концентрат ( $P_2O_5$ -18-19%) в объеме 200 тыс.  $t$  в год; рядовую фосфоритную муку ( $P_2O_5$ -16-18%) в объеме 200 тыс.  $t$  в год.

Обеспеченность сельского хозяйства республики фосфорными удобрениями составляет всего лишь 29-30%. Положение усугубляется ещё и тем, что коэффициент использования растениями фосфора из вносимых в почву фосфорсодержащих удобрений крайне низок и не превышает 20%. Остальной фосфор закрепляется почвой и проявляет незначительный эффект уже в последствии [1].

Метод биологической очистки основан на способности некоторых видов микроорганизмов в определенных условиях использовать загрязняющие вещества в качестве своего питания. Множество микроорганизмов, составляющих активный ил биологического очистного сооружения, находясь в сточной жидкости, поглощает загрязняющие вещества внутрь клетки, где они под воздействием ферментов подвергаются биохимическим превращениям. При этом органические и некоторые виды неорганических загрязняющих веществ используются бактериальной клеткой в двух направлениях:

Биологическое окисление в присутствии кислорода до безвредных продуктов углекислого газа и воды:

*Органическое вещество* +  $O_2$  (в присутствии ферментов)  $\Rightarrow CO_2 + H_2O + Q$

Выделяющаяся при этом энергия используется клеткой для обеспечения своей жизнедеятельности (движение, дыхание, размножение и т. п.).

Синтез новой клетки (размножение): *Органическое вещество* +  $N + P + Q$  (в присутствии ферментов)  $\Rightarrow$  Новая клетка [2].

Целью исследований было изучение возможности микроорганизмов активного ила для своего роста и развития использовать углерод карбонатов в составе кальцита.

#### Объект и методика исследований.

Объектом исследования служила фосфоритовая руда Джерой-Сардаринского месторождения со следующим химическим составом (табл. 1) [1]:

В связи с вышеизложенным, в Навоийском государственном горном институте были проведены лабораторные исследования по выщелачиванию различных элементов из низкосортных фосфоритов Джерой-Сардаринского месторождения с применением аэробных видов нейтрофильных микроорганизмов активного ила станции биохимической очистки АО «НАВОИАЗОТ».

Активный ил в виде жидкой фазы (Ж) смешивали с фосфоритом (Т) в соотношении Ж:Т=4:1. Опыты были выполнены в нескольких вариантах в реакторах с применением воды, активного ила, активного ила с азотной подкормкой и компрессионной подачей воздуха с непрерывным перемешиванием.

После бактериального выщелачивания в течение 14 дней, образцы жидкой и твердой фазы были направлены на анализ в ГУП «Узгеорангметлити» на проведение рентгено-флюоросцентного энергодисперсионного спектрального анализа.

Для определения формы фосфоритовых зерен и кристаллов кальцита был использован обычный световой микроскоп, где при увеличении в 150 раз достигалось получение не только обычных, но и стереоскопических снимков, меняя угол освещения (освещение производилось с поверхностной части образца).

#### Полученные результаты и их обсуждение.

**Активный ил** - сложная субстанция, участвующая в процессе очистки сточных вод и представляющая собой амфотерную коллоидную систему. Биопленка - это совокупность микроорганизмов, расположенных на поверхности сточных вод. Состав активного ила и биопленки напрямую зависит от химического состава, температуры, pH и других характеристик сточных вод из канализаций загородных домов и других жилых объектов.

#### Органические вещества активного ила.

Сухое вещество ила в септиках без откачки (автономных очистных станциях) содержит 70-90% органических веществ в составе живых организмов. Они представлены 12 основными видами простейших и микроорганизмов. Главными активаторами ила являются бактерии: в  $1 m^3$  их содержится до  $2 \times 10^{14}$ . Они образуют скопления, окруженные слизью. В биоценозе ила обитают нитрозомонасы, нитробактер, бациллы и некоторые другие микроорганизмы. Они поглощаются жгутиковыми, саркодовыми, сосущими и реснитчатыми инфузориями, в результате чего происходит осветление и осаждение ила. Перечисленными микроорганизмами, в свою очередь, питаются черви (коловатка, элозома).

#### Неорганические вещества активного ила.

В активном иле и биопленке содержится 10-30% неорганических веществ. Это вода, субстрат (твердые остатки, к которым прикрепляются микроорганизмы)

Таблица 1  
Химический состав  
фосфоритов Центральных Кызылкумов

№ п/п	Наименование соединений	содержание элементов, %	№ п/п	Наименование соединений	содержание элементов, %
1.	$P_2O_5$	8,0-12,0	8.	$CO_2$	8-15
2.	$Al_2O_3$	1,5-3,0	9.	Фтор	1,8-3,2
3.	$SiO_2$	6,0-8,0	10.	$SO_3$	2,5- 3,5
4.	$CaO$	42-48,1	11.	$U$	0,003-0,008
5.	$MgO$	2,5-3,5	12.	Сумма РЗЭ	0,04-0,089
6.	$Fe_2O_3$	0,6-0,8	13.	$H_2O$	10,0
7.	$SO_3$	2,8-3,0	14.	Нераств. остаток	8,0-8,2

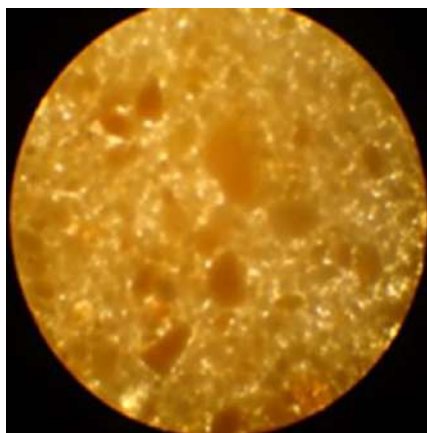


Рис. 1. Неправильная угловатая форма фосфоритовых зерен в контрольном варианте (увеличение в 150 раз).

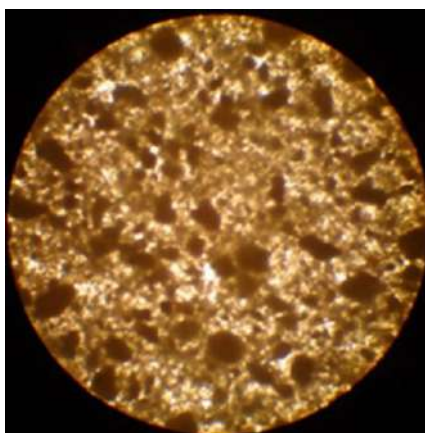


Рис. 2. Образец, обработанный активным илом. Кальцитовые частички измельчены и составляют матовый фон. Фосфоритовые зерна выглядят в виде округлых зерен.

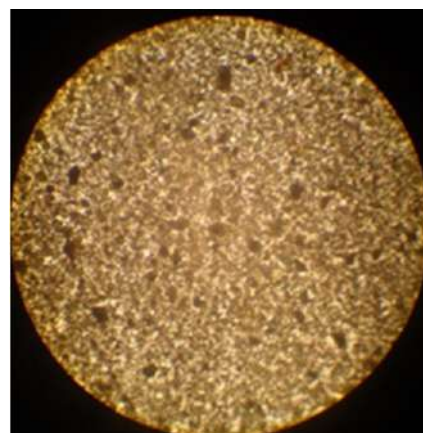


Рис. 3. Вариант, обработанный активным илом, карбамидом и воздухом. Количество фосфоритовых зерен (2) увеличилось с параллельным уменьшением их размера.

и неорганическая взвесь. Процессы биологического окисления могут проходить только в присутствии воды и значительного количества кислорода, а размножение - только при участии азота и фосфора. В активном иле также присутствуют микроэлементы (марганец, сера, кобальт, железо и др.).

Экосистема активного ила является искусственно созданной и зависящей от разного рода факторов окружающей ее среды. Поэтому виды, ее населяющие, по численности и видовому разнообразию значительно отличаются от тех, что существуют в природной среде. Те микроорганизмы, которые стали доминировать по численности среди остальных, ввиду естественного отбора, связанного с особенностями состава и свойств питательной среды аэротенка, создаваемой сточными водами, имеют высокие адаптивные свойства, благодаря условиям их селективного отбора. В этой биомассе присутствуют колонии бактерий и микроорганизмов, обеспечивающие выделение из сточных вод углерода, биогенных и других элементов [2].

Результаты рентгено-флуоресцентного энергодисперсионного спектрального анализа показывают выщелачивание металлов из фосфоритов при действии микроорганизмов активного ила на фосфориты.

Осуществляется этот процесс при аэробном воздействии активного ила на фосфориты в течение 14 дней. На 4-5 день при микроскопическом обследовании фосфоритов было выявлено изменение морфологической структуры зерен фосфоритов, где они из неправильной угловатой, превращались в округлую и сферическую, с параллельным уменьшением размера зерен.

При аэробном разложении стоков протекают два основных микробиологических процесса: окисление органического углерода и нитрификация при участии нитчатых, флокулообразующих микроорганизмов и бактерий-нитрификаторов.

Флокулообразующие бактерии отвечают за окисление органических соединений. В их число входят

микроорганизмы такого рода, как: *Actinomyces*, *Atcaligenes*, *Bacillus*, *Cellomonas*, *Desulfotomaculum*, *Flavobacterium*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Pseudomonas*, *Sarcina* и другие. Наиболее многочисленными (до 80% всего комплекса микроорганизмов) бактериями являются микроорганизмы рода *Pseudomonas*, способные окислять спирты, парафины, жирные кислоты, углеводы, ароматические углеводороды. Известно, что виды рода *Pseudomonas* способны окислять также цианиды. Углеродоксилирующие нитчатые микроорганизмы представлены родами *Spherotilus*, *Beggiatoa*, *Thiotrix*. В то же время эти микроорганизмы являются основной причиной плохого осаждения ила в отстойнике и образовании устойчивой пены в устройстве. При очищении стоков с большим содержанием углеводов и дефицитом азота порой наблюдается интенсивное развитие гетероферментативных молочнокислых бактерий рода *Leuconostoc*, которые образуют мощную декстрановую капсулу, затрудняющую осаждение ила в отстойнике. Наиболее активно процессы нитрификации протекают после окисления органической составляющей. В сточных водах с содержанием серы развиваются сульфатредукторы, тионовые и серобактерии. Тионовые микроорганизмы развиваются при условии содержания в стоках восстановленных соединений серы [3].

При отсутствии органических соединений в составе фосфоритов, многие виды микроорганизмов погибают. Однако, особенности гетеротрофных видов микроорганизмов заключаются в том, что они могут адаптироваться к любым условиям среды и при недостатке органических соединений способны переклещиваться на неорганические и окислять их.

Из внеклеточных ферментов в активном иле содержатся протеазы, гидролазы, целлюлазы, пероксидазы. Внеклеточные ферменты катализируют окисление субстратов при участии пероксида водорода и каталазы, разлагающих  $H_2O_2$ .

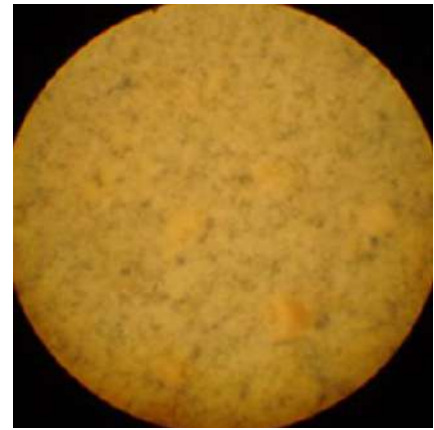


Рис. 4. Отмечены крупные куски кальцита в контрольном варианте (увеличение в 150 раз).

Рис. 5. Уменьшение размера кристаллов кальцита в фосфоритах при обработке активным илом.

Рис. 6. Вариант, обработанный активным илом, карбамидом и воздухом. Кристаллы кальцита рассыпались.

Фосфориты Кызылкума сложены в основном фосфатизированными фаунистическими остатками, скрепленными тонкозернистым кальцитовым цементом [4]. Среди фосфатизированных остатков фауны преобладают фораминиферы с размерами раковин от 0,04 до 0,5 mm. Изотропный и слабокристаллизованный фосфат с точечными включениями кальцита заполняет внутренние полости их раковин. Реликтовый кальцит, сохранившийся от замещения фосфатом, иногда слагает также оболочку и внутренние перегородки раковин. В научно-технической литературе такой кальцит, находящийся внутри фосфатных образований, называют «эндокальцитом», а слагающий цемент породы «экзокальцитом». Третья форма карбоната кальция встречается в виде изоморфно входящей в кристаллическую решетку фосфатного минерала [5].

Подчиненную роль играют фосфатизированные остатки других групп организмов: створки и ядра пелецитов, раковины гастропод размером до 5 mm, составляющие местами до 5-10% породы; удлиненные конусовидные птероподы до 4-5 mm в длину и до 1,5 mm в диаметре, иглы морских ежей, чешуя рыб и т.д. Цементация часто непрочная, многие фосфориты легко дезинтегрируются при механическом воздействии, особенно после размачивания в воде. Среди органических остатков в небольшом количестве присутствует первичнофосфатный материал - зубы акул, позвонки и мелкие (несколько миллиметров) обломки костей морских животных. Цементом фосфоритов служит мелкозернистый кальцит с примесью глинистого и фосфатно-глинистого материала. В приподошвенной части второго пласта цемент крепкий кристаллический, представлен кальцитом и гипсом, иногда с кремнистой составляющей [6]. Результаты минералогического изучения зернистых фосфоритовых руд свидетельствуют об однообразии их состава. Главный фосфатный минерал - франколит (фторкарбонатапатит) и кальцит слагают руды на 80-90%. Франколит в среднем содержит около 42,1%  $P_2O_5$ ; 55,4%  $CaO$ ; 1,2%  $F$ ; 2,3%  $Cl$ ; 0,6%  $H_2O$ , сумма редких элементов ( $TR$ ) достигает 0,03%. Руды месторождения имеют следующий средний минеральный состав, (вес, %): франколит-56,0; кальцит-26,5; кварц-7,5-8,0; гидрослюдистые минералы и полевые шпаты-4,0-4,5; гипс-3,5; гетит-1,0; цеолит < 1,0; органическое вещество - около 0,5 [7-8].

Необходимо отметить, что отличительной особенностью Кызылкумских фосфоритов является их высокая степень карбонатности, концентрация  $CO_2$  в некоторых пластах достигает 27% и более.

Полученные результаты подтвердили предположения о бактериальном выщелачивании различных элементов, в частности стронция, тория и урана в раствор. В варианте с активным илом количество стронция и тория, выщелоченного в раствор составляло 21,2 и 1,09 mg/l соответственно.

Спектральный анализ образцов, обработанных активным илом показал, что в жидкую фазу выделились не только радиоактивные, но и редкоземельные металлы. В твердой фазе количество радиоактивных и редкоземельных металлов варьирует в разных пределах, исходя из частичного их растворения и выделения в жидкую фазу. Наибольшее количество урана - 7,97 mg/l выщелачивалось в варианте с применением

урана в раствор. В варианте с активным илом количество стронция и тория, выщелоченного в раствор составляло 21,2 и 1,09 mg/l соответственно.

Таблица 2  
Распределение щелочноземельных и радиоактивных металлов в твердой и жидкой фазах (mg/l)

№	Варианты	Твердая фаза								Жидкая фаза		
		Mo	Ni	Cu	Zn	As	Sr	Th	U	Sr	Th	U
1	Исх. сух	0,00019	0,0052	0,0026	0,01228	0,000918	510,521	3,2480	1,9065	-	-	-
2	Исх.+H <sub>2</sub> O	0,00024	0,0038	0,0008	0,01781	0,001421	683,448	7,2064	14,325	13,04	0,547	4,452
3	А.и+ H <sub>2</sub> O	0,00024	0,0050	0,0012	0,01444	0,001547	544,353	3,5165	0,5553	21,20	1,090	5,964
4	А.и.+O <sub>2</sub> + +карбамид	0,00024	0,0053	0,0057	0,0143	0,001296	545,482	4,468	5,3095	11,63	0,421	7,971



активного ила с подачей воздуха и использованием азотной подкормки в виде карбамида. Следует особо отметить поведение мышьяка, который также подвергался окислению и переходил в раствор, особенно в третьем варианте (табл. 2).

Анализ под микроскопом показал избирательное измельчение фосфоритовой руды. Полученные результаты показывают, что по-видимому, микроорганизмы подвергали деструкции органическую составляющую фосфоритов, которая составляет около 0,5%. Дополнительно к этому, попутно в качестве источника фосфора они использовали фосфоритовые зерна, которые на микроскопическом фото уменьшались в размерах и приобретали сферическую форму.

Из рис. 1-3 видно, что частицы фосфоритовых зерен также подверглись деструкции и из неправильной угловатой формы превратились в округлые с меньшим размером. Поэтому появляется реальная возможность отывания фосфоритов и дополнительного увеличения удельной массы  $P_2O_5$  в общей массе удобрения.

Анализ стереоскопических микро фото (рис. 4-6) кристаллов кальцита показал изменение морфологической структуры кальцита, где частицы кальцита подверглись сильному измельчению и составили основной припудренным белым налетом фон (рис. 6) по-видимому, микроорганизмы за отсутствием углерода органических соединений стали использовать карбонаты кальцитов.

Фосфоритовые зерна в контрольном варианте имели более крупный размер и неправильную форму. В зависимости от продолжительности бактериальной обработки, форма фосфоритовых зерен начала уменьшаться (рисунки) и принимать сферическую форму.

Кристаллы кальцита стали рассыпаться и при стереоскопическом наблюдении под микроскопом они напоминали вид припудренных сверху зерен фосфорита (рис. 5-6).

Одним из вариантов обогащения фосфоритов с учетом измельчения кристаллов кальцита и изменением размеров зерен фосфоритов является возможность их отмытки друг от друга гравитационным способом. Мелкокристаллический кальцит можно отделить от более крупных зерен фосфорита.

Из химических элементов, необходимых растениям, выделены 16 основных, являющихся *органогенами*: - углерод, кислород, водород, азот; зольные эле-

менты - фосфор, калий, кальций, магний и сера; микроэлементы - бор, молибден, медь, цинк, кобальт, марганец и железо. Место одного элемента не может быть восполнено другим, потому что каждый из них выполняет отведенную ему конкретную физиологическую функцию.

Микроэлементы это не случайные ингредиенты тканей и жидкостей живых организмов, а компоненты закономерной существующей очень древней и сложной физиологической системы, участвующей в регулировании жизненных функций организмов на всех стадиях развития. Среди 15 жизненно необходимых элементов девять являются катионами - это кальций ( $Ca^{2+}$ ), натрий ( $Na^+$ ), калий ( $K^+$ ), магний ( $Mg^{2+}$ ), марганец ( $Mn^{2+}$ ), цинк ( $Zn^{2+}$ ), железо ( $Fe^{2+}$ ), медь ( $Cu^{2+}$ ) и кобальт ( $Co^{2+}$ ). Шесть других являются анионами или содержатся в сложных анионных группировках, - хлорид ( $Cl^-$ ), йодид ( $I^-$ ), фосфат ( $PO_4^{3-}$ ), сульфат ( $SO_4^{2-}$ ), молибдат ( $MoO_4^{2-}$ ) и селенит ( $SeO_3^{2-}$ ) [9]. Выделения микроорганизмов содержат целый комплекс органических соединений, состоящий из витаминopodobных веществ, гуминовых, абсцизовых, гибберелловых и других кислот в виде стимуляторов роста и развития растений. Таким образом, наряду с обогащением низкосортных фосфоритов микроорганизмами активного ила и их выделениями, они будут обогащаться дополнительными стимулирующими рост и развитие растений органическими стимулирующими соединениями и микроэлементами [10].

#### Заключение.

Наряду с предложенным вариантом гравитационного обогащения фосфоритов, учитывая полученные результаты с дополнительным количеством микроэлементов и выделяемых микроорганизмами органических стимуляторов роста, предлагается другой вариант - где фосфориты в смеси с активным илом можно получать в виде органоминерального удобрения.

Таким образом, разработка биотехнологического метода деструкции низкосортных фосфоритов и их отходов представляется возможным не только для создания принципиально новой технологии, но и экономически перспективным для доизвлечения фосфоритов методом гравитации, с параллельным извлечением радиоактивных, редких и РЗЭ, но и представляется реальным для получения комплексных органоминеральных удобрений.

#### Библиографический список

1. Султанов Б.Э., Турсунова З.М., Намазов Ш.С., Эркаев А.У., Беглов Б.М. Влияние концентрации раствора нитрата кальция на степень отмытки концентрата фосфоритов Центральных Кызылкумов // Узб. хим. журн. 2002. № 4. -С. 10-13.
2. Федяева О.А., Решетникова Е.В., Чачина С.Б. Исследования химического состава отработанного активного ила ОАО «Омск Водоканал». Труды ОмГТУ. Кафедра физической химии. -8 с.
3. Скворцов Л. С., Каныгин А. А. Очистные сооружения канализации г. Калуги. 2016. -4 с.
4. Нетрузов А.И., Бонч-Осмоловская Е.А., Горленко В.М. Экология микроорганизмов. Учеб. для студ. Вузов. Москва: Академия.-2004-272 с.
5. Атомная энергия, 15, № 1.84. 1983.
6. Терехова В. Ф., Бузов И.В. Физико-химические свойства и применение редкоземельных металлов. ГОСИНТИ, 1982.
7. Technische News Bull, 45, № 5.80. 1981.
8. Минтерн Р.А. Новые исследования редкоземельных металлов. Сборник переводов под ред. Е.М. Савицкого, 2. Изд-во: «Мир», 1984. - С. 212-220
9. Смирнов А.И. Вещественный состав и условия формирования основных типов фосфоритов. - М.: Недра, 1972. -196 с.
10. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. - М.: ОНИКС-21 век. МИР, 2004. -218 с.



## ДЕФОРМАЦИЯ СПЛАВА АМГ-2 ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ НЕЙТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ



**Ахмеджанов Ф.Р.,**  
главный научный сотрудник СамГУ,  
докт. физ.-мат. наук.



**Болтабаев А.Ф.,**  
PhD докторант, ИЯФ АН РУ.

*AMG-2 qotishmada neytron nurlanish ta'sirida hajmi va chiziqli o'lchovlarining o'zgarishi aniqlandi. Neytron fluensi qaramligida qotishma hajmining nisbiy o'zgarishi hisoblandi. Neutron nurlanish ta'sirida kuzatilgan qaramlik hosil qilish va fragmentatsiyalash mexanizmlar orqali tushuntirib berildi. Nurlantirilgan namunalarda kovakchalarining maksimal o'lchovlari tugunlarda va tugunlar orasida joylashtirilgan atomlarning bosimi bilan bog'langan mexanizmi ko'rsatildi.*

**Tayanch iboralar:** AMG-2 qotishma, atomlar, bosim, deformatsiya, neytron nurlanish, vakansiya kovakchalari, fragmentatsiyalash.

*It was found that irradiation with neutrons leads to a change in the linear dimensions and volume of the AMG-2 aluminum alloy. The relative change in the volume of the alloy samples depending on neutron fluence is calculated. The observed dependence is explained by both the formation and fragmentation of large pores under the influence of neutron radiation. A mechanism is proposed that limits the maximum pore size in irradiated samples, associated with the pressure created by the site and interstitial atoms.*

**Key words:** AMG-2 alloy, atoms, pressure, deformation, neutron radiation, vacancy pores, fragmentation.

К важнейшим радиационным эффектам относится деформация конструкционных и функциональных материалов при облучении, сопровождающаяся существенным изменением размеров, короблением, растрескиванием и разрушением изделий [1, 2]. Степень деформации зависит от энергии и длины пробега ионизирующих частиц. Такие частицы как электроны, позитроны, протоны повреждают лишь поверхностный слой материала, поскольку длина их свободного пробега мала. По сравнению с ними, нейтроны, обладающие меньшей энергией, чем  $\alpha$ -частицы и протоны, но большей глубиной проникновения, создают несравнимо больше структурных повреждений. При этом число возникающих дефектов в металлических сплавах при облучении зависит от суммарного потока нейтронов, и температуры облучения.

Практический интерес к радиационной деформации конструкционных материалов, особенно, находящихся под воздействием нейтронного излучения, обусловлено опасностью последствий, связанных с изменением механических свойств этих материалов. Возникновение и развитие в материалах радиационной пористости может служить причиной нестабильности конструкций, и снижать надежность их работы. Так, в работе [3] было показано, что объем аустенитных сталей, линейно растет с увеличением нейтронного потока и может увеличиться на 20% и более.

С фундаментальной точки зрения, деформация в

облучаемых материалах представляет собой ярко выраженное проявление конкуренции сил взаимодействия в дефектной структуре кристалла. Исследование представляет информацию о взаимодействии точечных дефектов с дислокациями, вакансионными порами, и позволяет судить о механизмах появления и перераспределения точечных дефектов в конструкционных материалах под воздействием нейтронного излучения.

Алюминиевый сплав АМГ-2 широко используется в качестве конструкционного материала, в том числе в устройствах, работающих под воздействием больших доз ионизирующего излучения. При этом изменяется структура и происходит изменение многих характеристик, определяющих эксплуатационные показатели сплава, в том числе упругость, теплопроводность, электропроводность и т.п. [4]. Одновременно, при облучении большими нейтронными потоками зарождаются и растут вакансионные поры, что приводит к линейной и объемной деформации и, как следствие, к радиационному распуханию сплава, которое было исследовано в настоящей работе.

### Методика и результаты эксперимента.

В работе исследовано воздействие нейтронного облучения на линейную и объемную деформацию алюминиевого сплава АМГ-2, в котором основными примесями являются магний, марганец и кремний. Неконтролируемые примеси (*Ni, Cu, Fe, Zn* и др.) в



сумме составляли не более 0,5%. Исследования проводились на образцах, приготовленных из сплава АМГ-2 промышленной поставки и имеющих правильную форму цилиндра с примерными размерами: высота 20 мм, диаметр 15 мм. Рентгеноструктурный анализ и определение содержания примесей в исходных образцах сплава производились с помощью рентгеновского микроанализатора “Jeol” JSM 5910 IV (Япония) [4].

Плотность образцов определялась гидростатическим взвешиванием на аналитических весах с точностью 0,2%. Линейные размеры измерялись микрометром с абсолютной точностью 2 мкм. Образцы облучались быстрыми нейтронами в вертикальных каналах реактора ВВР-СМ ИЯФ АН РУз. Температура образцов во время облучения не превышала 330 К. Изменение линейных размеров образцов определялось при воздействии интегрального потока нейтронов (флюенсы:  $1,55 \cdot 10^{17}$ ;  $1,1 \cdot 10^{18}$ ;  $5,1 \cdot 10^{18}$  и  $1,2 \cdot 10^{19}$  н/см<sup>2</sup>).

Результаты исследования воздействия нейтронного излучения на линейные размеры образцов сплава АМГ-2 представлены на рис. 1. Видно, что под действием нейтронного излучения происходит изменение линейных размеров. Наблюдаемые изменения практически одинаковы: сначала наблюдается усадка при флюенсе  $1,55 \cdot 10^{17}$  н/см<sup>2</sup>, затем с возрастанием дозы облучения от  $1,55 \cdot 10^{17}$  до  $1,1 \cdot 10^{18}$  н/см<sup>2</sup> имеет место деформация растяжения. При дальнейшем возрастании дозы облучения происходит изменение линейных размеров в обратную сторону (сжатие) и при достижении величины  $1,2 \cdot 10^{19}$  н/см<sup>2</sup> линейные размеры возвращаются почти к исходным значениям. В целом, воздействие нейтронного облучения на линейные размеры сплава АМГ-2 зависит от дозы облучения.

**Обсуждение результатов эксперимента**

Полученные результаты позволяют определить относительное изменение объема образцов  $\Delta V/V_0$  под

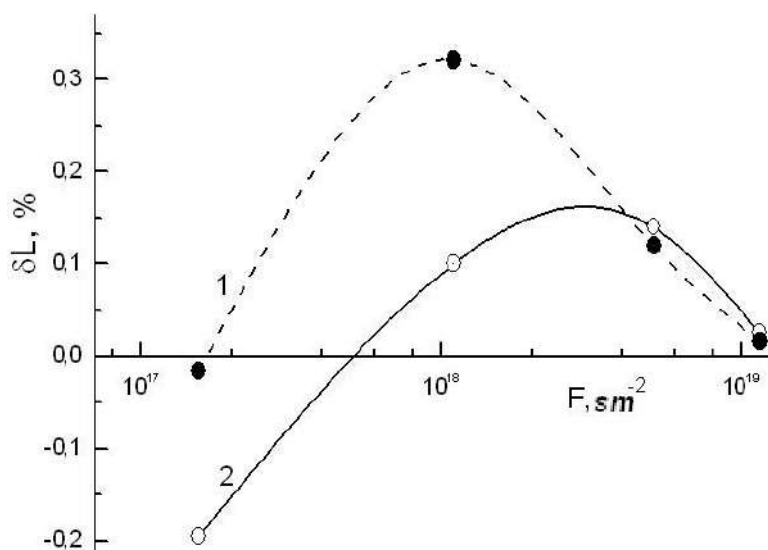


Рис. 1. Относительное изменение линейных размеров: диаметра (1) и длины (2) цилиндрического образца сплава АМГ-2 в зависимости от флюенса нейтронов.

воздействием нейтронного излучения. Расчет проводился с помощью соотношения, которое легко выводится из математических формул для объема цилиндрических тел:

$$\Delta V/V_0 = [(1+A) \times (1+B)^2 - 1], \quad (1)$$

где  $A = \Delta L/L_0$  – относительное изменение длины  $L$ ,  $B = \Delta d/d_0$  – относительное изменение диаметра образца. Результаты расчета представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что для алюминиевого сплава АМГ-2 при относительно малых дозах нейтронного облучения наблюдается распухание (почти до 1% с ростом флюенса быстрых нейтронов). При дальнейшем возрастании дозы облучения происходит обратное уменьшение объема образца и при достижении величины дозы  $1,2 \cdot 10^{19}$  н/см<sup>2</sup> значение объема возвращается почти к исходному значению, однако деформированное состояние облученного сплава, хотя и в малой степени, сохраняется.

Обнаруженное радиационное изменение объема сплав АМГ-2, очевидно, обусловлено динамикой изменения концентрации пор в объеме кристалла при воздействии нейтронного излучения. Теория влияния нейтронного излучения на изменение объема металлических сплавов была рассмотрена в [5], и было показано, что распределение пор по размерам подчиняется закону распределения Гаусса, и связано с одновременным зарождением пор вследствие нарушения устойчивости системы избыточных вакансий в облучаемом материале.

Причиной дальнейшего роста поры после образования зародыша размером больше критического является вакансионный поток, вызванный градиентом вакансий под действием нейтронного излучения. Выражение для концентрации вакансий на границе поры, радиуса  $R$ , за счет которых и происходит рост пор и соответствующее изменение объема материала, имеет вид [5]:

$$C_v = C_i \exp \left[ \frac{2 \gamma \Omega}{k \cdot T} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R_{кр}} \right) \right], \quad (2)$$

где  $C_i$  – концентрация избыточных вакансий вдали от поры,  $\gamma$  – коэффициент поверхностного натяжения,  $\Omega$  – атомный объем,  $R_{кр}$  – критический радиус поры.

В процессе увеличения радиуса поры вакансионный поток на пору увеличивается вследствие, во-первых, уменьшения концентрации вакансий вблизи поры и соответствующего повышения градиента вакансий и, во-вторых, увеличения площади поверхности поры. В результате, возрастающий вакансионный поток должен приводить к росту объема поры от времени облучения и, соответственно, к увеличению объема облучаемого образца.

В работе [6], методом малоуглового рассеяния нейтронов, была изучена структура алюминиевого сплава САВ-1, близкого по

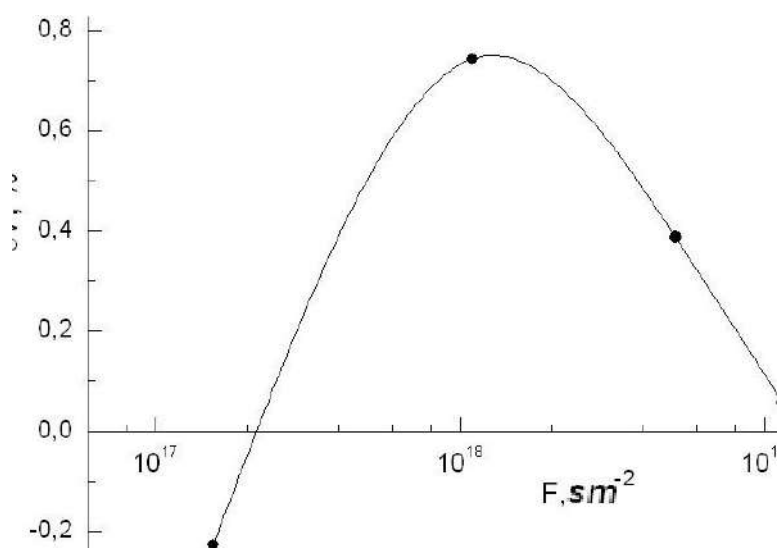


Рис. 2. Относительное изменение объема образцов сплава AMG-2, имеющих форму цилиндра, в зависимости от флюенса нейтронов.

составу к исследованному нами сплаву AMG-2. Было обнаружено, что в исходном и облученном сплаве существуют дефекты: поры с характерным радиусом 5–10  $nm$ , наблюдающиеся как изолированные и в виде кластеров с радиусами до 30–40–50  $nm$ . Таким образом, согласно [6], основными стоками вакансий в алюминиевых сплавах являются наноразмерные поры, с характерными размерами 5–10 и 30–50  $nm$ . При этом вакансионный поток на пору увеличивается по мере увеличения площади поверхности поры и на первых порах происходит дальнейший рост радиуса пор и соответствующее распухание сплава, что и наблюдается при относительно малых флюенсах нейтронов.

Стремясь минимизировать свою свободную энергию, пограничный слой поры создаёт разность давления с разных сторон и обеспечивает динамическое равновесие за счет добавочного давления  $\Delta P$ , обусловленного поверхностным натяжением и противодействующего давлению, создаваемому узельными и

междоузельными атомами. Это добавочное давление задаётся формулой Лапласа и зависит от средней кривизны поверхности в этой точке и коэффициента поверхностного натяжения. Для сферической полости радиуса  $R$  формула записывается, как известно, в виде [5]:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot \gamma}{R} \quad (3)$$

В соответствии с формулой (3), с увеличением размера поры добавочное давление  $\Delta P$  уменьшается, и при достижении определенного критического радиуса, крупные поры разрываются на ряд менее крупных кластеров. Этот вывод совпадает с данными работы [6], в которой после облучения нейтронами с флюенсом порядка  $10^{22} n/cm^2$  в алюминиевом сплаве САВ-1, наблюдалось уменьшение объемной доли крупных пор с радиусами 30 – 50  $nm$ . Наряду с этим, происходило увеличение доли фракций с малыми размерами (5–10 и 20–25  $nm$ ). В результате,

под воздействием нейтронного излучения происходит фрагментация крупных вакансионных пор на более микроскопические поры.

Соответственно такому механизму поведения вакансионных пор, с достижением больших доз облучения должно происходить обратное уменьшение объема образца, что и наблюдается на эксперименте при флюенсах нейтронов  $5,1 \cdot 10^{18}$  и  $1,2 \cdot 10^{19} n/cm^2$ .

Следовательно, для описания интегрального эффекта деформации сплавов под действием нейтронного излучения необходим учет давления, создаваемого узельными и междоузельными атомами, и знание коэффициента поверхностного натяжения в них. Кроме того, на рост пор в облученных кубических кристаллах может влиять упругая анизотропия, роль которой особенно существенна для пор малого радиуса [7].

Таким образом, для более полного вывода необходимы дополнительные исследования, включая определение зависимости параметра упругой анизотропии в материале от дозы нейтронного облучения.

#### Библиографический список

1. Козлов А.В. Действие нейтронного облучения на металлы при различных температурах и возможность самоорганизации протекающих при этом процессов. *Физика элементарных частиц и атомного ядра*, 2006, т. 37, вып. №4. - С. 1110-1150.
2. Воеводин В.Н. Конструкционные материалы ядерной энергетики – вызов 21 века. *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение (90)*, 2007, № 2. - С. 10-22.
3. Слезов В.В., Субботин А.В., Осмаев О.А. Эволюция микроструктуры в облучаемых материалах. *Физика твердого тела*, 2005, т. 47, вып. №3. -С. 463-468.
4. Alikulov Sh.A., Akhmedzhanov F.R., Baytelesov S.A., Boltabaev A.F., Kungurov F.R., Rakhimov E.T., Salikhbaev U.S. High-Temperature Electric and Thermal Conductivity of the Aluminum Alloys SAV-1 and AMG-2. *Atomic Energy*, 2015, Vol. 117, Issue 5, p. 334-339.
5. Орлов А. В., Кривобокоев В. П., Орлов В. Л. Интегральный эффект радиационного распухания. *Вестник Югорского государственного университета*. 2009. вып. №2 (13). -С. 71-76.
6. Лебедев В.М., Лебедев В.Т., Орлов С.П., Марголин Б.З., Морозов А.М. Исследование наноразмерной структуры сплава САВ-1, облученного быстрыми нейтронами до высоких флюенсов, методом малоуглового рассеяния нейтронов. *Физика твердого тела*, 2014, т. 56, вып. №1. - С. 160-164.
7. Васильев А.А., Корольков М.Д., Мелькер А.И. Влияние упругой анизотропии на рост пор в облученных кубических кристаллах. *ФТТ*, 1990. т. 32, №11. -С. 3345-3349.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОРИСТЫХ СПЛОШНЫХ СРЕД НАСЫЩЕННЫХ ЖИДКОСТЬЮ



**Мусаев М. У.,**  
доцент кафедры "Математика и  
естественные дисциплины"  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук.

*Maqolada suyuqlikga to'yintirilgan g'ovvok uzluksiz muhitga ixtiyoriy dinamik kuchlanish qo'yilganda suyuqlikga to'yintirilgan g'ovvok uzluksiz muhitda zarrachalarini harakati masalasi ko'rilgan. Nazariy jihatdan qaralganda suyuqlikga to'yintirilgan g'ovvok bir hil muhit, tog' jinslari va yumshoq tuproqlarning ko'p sonli modellaridan biri ekanligi ma'lum. Uch o'lchovli fazoda suyuqlikga to'yintirilgan uzluksiz muhitning umumiy harakat tenglamasi, suyuqlikga to'yintirilgan g'ovvok uzluksiz muhitga kuchlanishlar qo'yilmaganda olingan. Suyuqlikga to'yintirilgan g'ovvok bir hil muhitga ixtiyoriy dinamik kuchlanish qo'yilganda, fazoda uchta to'lqin tarqalishi, bulardan ikkitasi siqish va bittasi siljitish to'lqini ekanligi isbotlangan.*

**Tayanch iboralar:** *suyuqlikka to'yintirilgan g'ovvak muhitlar, ikki komponentali sistema, qattiq skelet, dinamik tashqi kuchlanish, skeletning tenzor kuchlanishi, deformatsiya tenzori.*

*The paper deals with the problem of the motion of particles of porous liquid-saturated continuous media under the action of arbitrary dynamic loads on them. From the theoretical point of view, this continuous medium is one of numerous models of rocks and soft soils. A general equation of motion of porous liquid-saturated continuous media in three-dimensional space in the absence of mass forces is obtained. It is proved that if an arbitrary dynamic load acts on the medium, then in space there will be three waves, two of which are compression (stretching) waves, and the third wave is shear wave.*

**Key words:** *porous continuous media saturated with liquid, two-component system of soil motion, solid skeleton, dynamic external load, tensor of skeleton stress, tensor of deformation.*

Мягкие грунты и горные породы с точки зрения теории моделируются как пористые насыщенные жидкостью сплошные среды. Вообще теоретическое изучение задач механики грунтов затруднительно даже в том случае, если ограничиться только проектными задачами гражданского строительства. При решении задач распространения взрывных волн в грунте особое внимание уделяется выбору числовых значений физических параметров, необходимых для применения той или иной теоретической модели грунта при излучении законов движения частиц последнего. Это вызвано тем, что механическое поведение естественного грунта под воздействием приложенной динамической нагрузки весьма сложно, изменчиво и не полностью уяснено. Из этого следует, что теоретические исследования в механике грунтов по необходимости связаны с идеальными грунтами, физические свойства которых аппроксимируют свойства естественных грунтов. Такой путь может дать полезную информацию, если, конечно, помнить о неопределенности истинной картины распространения динамических нагрузок в естественных грунтах.

Известно, что даже в обычных условиях физиче-

ские свойства естественных грунтов, измеряемые в полевых условиях и в лаборатории, и соответствующие свойства идеальных грунтов никоим образом не совпадают. По этой причине в механике грунтов и горных пород неизбежны расхождения между теорией и практикой. Примером могут служить свойства сцепления и трения, которые являются одними из основных параметров, определяющих деформацию сдвига. Они определяются существенно различными типами, типами сил взаимодействия между соответствующими частицами сплошной среды. При таком представлении мягкие грунты и горные породы рассматриваются, по существу, как зернистая структура, но их сопротивление деформированию зависит также от содержания жидкости (газа) в порах и от внешних условий, налагаемых в процессе деформирования.

Непротиворечивые теории движения грунтов с учетом согласованных полей напряжений и скоростей, и деформаций впервые были предложены многими исследователями. К числу таких работ, посвященных этой проблеме, в которых использовались различные схемы относительно уравнения состояния, относятся исследования Григоряна С.С. [1], Ишлинского А.Ю., Зволинского Н.В., Степаненко Н.З. [2],



Рахматуллина Х.А. [4], Сагомояна А.Я. [5] и др.

Эти работы, в основном, посвящены исследованию одномерного движения грунтов при определенной зависимости между средним гидростатическим давлением и объемной деформацией или между осевым напряжением и деформацией.

Модель механического поведения грунта, согласно которой естественный грунт представляется как двухкомпонентная система, состоящая из пористой упругого тела, через которое может просачиваться жидкость, была предложена Николаевским В.Н. [3], Френкелем Я.Н. [6], Био М. А. [7] и др. Предложенная им теория применялась для изучения различных процессов, характеризующих малыми деформациями.

В данной работе рассмотрим задачу о движении частиц пористых насыщенных жидкостью сплошных сред при действии на них произвольных динамических нагрузок. С точки зрения теории вышеуказанная сплошная среда является одной из многочисленных моделей горных пород и мягких грунтов. Предположим, что по определенному направлению на элемент сплошной среды, нормалью к которой является  $\mathcal{G}^r$ , действует сила. Если площадь поверхности элемента обозначим через  $dF$ , то тогда действующая сила на этот элемент будет равна  $T^r dF$ . Тогда, беря декартову систему координат в пространстве и рассматривая бесконечно малого тетраэдра в этом пространстве легко показать, что сила, проложенная в определенную точку, есть линейная однородная функция от нормали  $\mathcal{G}^r$ , т.е.

$$T^r dF = E_{rs}^r \mathcal{G}^s dF \quad (1)$$

Если содержание жидкости в порах единичного объема предположим равным  $\beta_0$  то действующая в определенной точке пористой насыщенной жидкостью сплошной среды нагрузка распределяется пропорционального,  $\beta_0$  т.е.

$$T_1^r = (1 - \beta_0) T^r \quad (2)$$

$$T_2^r = \beta_0 T^r \quad (3)$$

где  $T_1^r dF_1$  и  $T_2^r dF_2$  — усилия, действующие на твердый скелет и на жидкость, и в декартовой системе координат они будут линейными однородными функциями нормали. Тогда силы, действующие, на твердый скелет и на жидкость в данном элементе будут соответственно равны:

$$T_1^r dF_1 = E_{1rs}^r \mathcal{G}_s dF_1 \quad (4)$$

$$T_2^r dF_2 = E_{2rs}^r \mathcal{G}_s dF_2 \quad (5)$$

где через  $dF_1$  и  $dF_2$  обозначены поверхности, занимаемые твердым скелетом и жидкостью элементарной поверхности  $dF$ , причем:

$$(1 - \beta_0) dF = dF_1 \quad \text{и} \quad \beta_0 dF = dF_2$$

В выражениях (4) и (5) тензоры  $E_{1rs}^r$  и  $E_{2rs}^r$  симметричны по  $r$  и  $s$ , и зависят только от координат точ-

ки, куда действует нагрузка. При том  $E_{2rs}^r$  не зависит от направления нормали  $\mathcal{G}_s$ . Это следует из закона Архимеда, т.е. в жидкостях напряжения на элементе всегда нормальны, к этому элементу  $E_{1rs}^r$  является, контравариантным тензором второго ранга и его называем, тензором напряжения скелета.

Пусть внутри пористой, насыщенной жидкостью сплошной среды некоторый объем  $d\tau$  (из которого  $\beta_0 d\tau$  — занимает жидкость;  $(1 - \beta_0) d\tau$  — занимают твердые частицы скелета) ограничен поверхностью  $dF$ . Тогда условие динамического равновесия данного объема при действии динамической внешней нагрузки имеет вид:

$$\iint T_1^r \lambda_r^{(1)} dF_1 + \iiint [\rho_{11}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{12}(Q_2^r - f_2^r)] \lambda_r^{(1)} d\tau_1 = 0$$

$$\iint T_2^r \lambda_r^{(2)} dF_2 + \iiint [\rho_{12}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{22}(Q_2^r - f_2^r)] \lambda_r^{(2)} d\tau_2 = 0 \quad (6)$$

где  $f_1^r$  и  $f_2^r$  — векторы ускорения твердых и жидких частиц  $d\tau_1$  и  $d\tau_2$  соответствующие элементарные объемы,  $\lambda_r^{(1)}$  и  $\lambda_r^{(2)}$  — соответствующие произвольные постоянные.

Если  $\mathcal{G}_s$  — единичный вектор нормали к элементу поверхности, направленный во внешнюю сторону, то согласно (4) и (5) получим:

$$\iint E_{1rs}^r \lambda_r^{(1)} \mathcal{G}_s dF_1 + \iiint [\rho_{11}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{12}(Q_2^r - f_2^r)] \lambda_r^{(1)} d\tau_1 = 0$$

$$\iint E_{2rs}^r \lambda_r^{(2)} \mathcal{G}_s dF_2 + \iiint [\rho_{12}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{22}(Q_2^r - f_2^r)] \lambda_r^{(2)} d\tau_2 = 0 \quad (7)$$

Пользуясь теоремой Грина и учитывая, что  $\lambda_{r,s} = 0$ , систему (7) приводим к виду:

$$\iiint [\rho_{11}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{12}(Q_2^r - f_2^r) + E_{(1),\dots,S}^{rs}] \lambda_r^{(1)} d\tau_1 = 0$$

$$\iiint [\rho_{12}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{22}(Q_2^r - f_2^r) + E_{(2),\dots,S}^{rs}] \lambda_r^{(2)} d\tau_2 = 0 \quad (8)$$

Причем, эти соотношения справедливы для любого объема и любого параллельного  $\lambda_r$  векторного поля. Следовательно, в каждой точке справедливы уравнения:

$$E_{(1),\dots,S}^{rs} + [\rho_{11}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{12}(Q_2^r - f_2^r)] = 0$$

$$E_{(2),\dots,S}^{rs} + [\rho_{12}(Q_1^r - f_1^r) + \rho_{22}(Q_2^r - f_2^r)] = 0 \quad (9)$$

причем между массовыми коэффициентами скелета и жидкости имеют место соотношения:

$$\rho_{11} + \rho_{12} = (1 - \beta_0) \rho_T$$

$$\rho_{12} + \rho_{22} = \beta_0 \rho_{ж} \quad (10)$$

где  $\rho_T$  — плотность скелета;  $\rho_{ж}$  — плотность заполняющей жидкости.

Система (9) является уравнением движения частиц пористой насыщенной жидкостью сплошной среды в тензорном виде. При отсутствии массовых сил  $Q_1^r$  и эта система имеет вид:

$$E_{(1),\dots,S}^{rs} = \rho_{11} f_1^r + \rho_{12} f_1^r$$

$$E_{(2),\dots,S}^{rs} = \rho_{12} f_2^r + \rho_{22} f_2^r \quad (11)$$

уравнения (11) могут быть записаны в ковариантной форме:



$$q^{sl}E_{(1)rs,l} = \rho_{11}f_{(1)r} + \rho_{12}f_{(1)r}$$

$$q^{sl}E_{(2)rs,l} = \rho_{12}f_{(2)r} + \rho_{22}f_{(2)r} \quad (12)$$

учитывая свойства тензора  $E_{(2)}$  т.е.  $E_{(2)rs} = \sigma q_{rs}^{(1)}$ , где  $\sigma$  – величина скалярная и обратная по знаку давлению и

$$q^{sl}E_{(2)rs,l} = q^{sl}(\sigma q_{rs})_t = q^{sl} \frac{\partial \sigma}{\partial x^r} q_{rs} = \frac{\partial \sigma}{\partial x^r} \quad (13)$$

систему (12) приводим к виду:

$$q^{sl}E_{(1)rs,l} = \rho_{11}f_{(1)r} + \rho_{12}f_{(2)r}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x^r} = \rho_{12}f_{(1)r} + \rho_{22}f_{(2)r} \quad (14)$$

Предположим, что при действии внешней нагрузки частицы скелета и жидкости, находящиеся до действия внешней нагрузки в точке  $x^r$ , переместились соответственно на расстояние  $u_r$  и  $U_r$ , тогда векторы ускорения этих частиц будут

$$f_{(1)r} = \frac{\partial u_r}{\partial t^2}; \quad f_{(2)r} = \frac{\partial U_r}{\partial t^2} \quad (15)$$

и система (14) будет иметь вид:

$$q^{sl}E_{(1)rs,l} = \rho_{11} \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U_r}{\partial t^2}, \quad (16)$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial r} = \rho_{12} \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + \rho_{22} \frac{\partial^2 U_r}{\partial t^2}$$

Если зависимость тензора напряжений скелета от тензора деформации примем в виде:

$$E_{(1)rs} = C_{rs}^{mn} e_{mn} + Q \frac{\partial U_r}{\partial x^r} \quad (17)$$

где  $C_{rs}^{mn}$  – зависят только от координат и образуют смешанный тензор четвертого ранга, называемый тензором модулей упругости. Ясно также, что без ограничения общности этот тензор может быть выбран симметричным как по нижним, так и по верхним индексам.

Заменяя тензор  $E_{(1)rs}$  в (16) его выражением (17), получим:

$$q^{sl}C_{rs}^{mn} e_{mn,l} + q^{sl}C_{rs,l}^{mn} e_{mn} + Q \frac{\partial U_r}{\partial x^r} = \rho_{11} \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U_r}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x^r} = \rho_{12} \frac{\partial u_r}{\partial t^2} + \rho_{22} \frac{\partial U_r}{\partial t^2} \quad (18)$$

Это и есть общее уравнение движение пористых насыщенных жидкостью сплошных сред в трехмерном пространстве при отсутствии массовых сил. Если сплошная среда однородная, то одинаковая деформация в различных точках вызывает одинаковое напряжение. Значит,  $E_{(1)rs,l} = 0$  если  $e_{rs,l} = 0$ . Поэтому для того, чтобы среда была упруго однородной, необходимо и достаточно выполнение условий:

$$C_{rs}^{mn} = 0 \quad (19)$$

Рассмотрим теперь случай, когда пористая, насыщенная жидкостью сплошная среда однородная и изотропная, т.е. когда зависимость деформации от напряжения имеет следующий вид:

$$E_{(1)rs} = \theta q_{rs} + 2\mu e_{rs} + Q \varepsilon q_{rs}$$

$$\sigma = Q\theta + R\varepsilon \quad (20)$$

где  $\lambda, \mu, Q$  и  $R$  – упругие параметры среды,  $\theta$  и  $\varepsilon$  – объемное расширение скелета и жидкости, т.е.

$$\theta = U_r^r = q^{mn} e_{mn}$$

$$\varepsilon = \bar{U}_r^r = q^{mn} \varepsilon_{mn} \quad (21)$$

Соотношение (20) и (21) показывает, что для изотропной среды модули связаны

$$C_{rs}^{mn} = q^{mn} q_{rs} + \mu(\delta_r^m \delta_s^n + \delta_r^n \delta_s^m) \quad (22)$$

Тогда тензор напряжения скелета примет вид:

$$q^{sl}E_{(1)rs,l} = \frac{\partial \theta}{\partial x^r} + 2\mu q^{sl} e_{rs,l} + Q \frac{\partial \varepsilon}{\partial x^r}$$

где

$$q^{sl}E_{(1)rs,l} = \frac{1}{2} q^{sl}(\bar{U}_{r,sl} + \bar{U}_{s,rl}) = \frac{1}{2} q^{sl} \bar{U}_{r,sl} + \frac{1}{2} \frac{\partial \theta}{\partial x^r}$$

Учитывая эти соотношения, уравнения движения упруго пористых насыщенных жидкостью сред, когда они однородны изотропные, будут иметь следующий вид:

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x^r} + \mu q^{sl} \bar{U}_{r,sl} + Q \frac{\partial \varepsilon}{\partial x^r} = \rho_{11} \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U_r}{\partial t^2}$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x^r} = \rho_{12} \frac{\partial^2 u_r}{\partial t^2} + \rho_{22} \frac{\partial^2 U_r}{\partial t^2} \quad (23)$$

где  $\bar{U} = U_i i + V_j j + W_k k$  – вектор смещения частиц скелета,

$\bar{u} = u_i i + v_j j + w_k k$  – вектор смещения жидкости.

В компонентах уравнения (23) имеет вид:

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla u + Q \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \rho_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}$$

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial y} + \mu \nabla v + Q \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = \rho_{11} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

$$(\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial z} + \mu \nabla w + Q \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = \rho_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$$

$$Q \frac{\partial \theta}{\partial x} + R \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} = \rho_{11} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} \quad (24)$$

$$Q \frac{\partial \theta}{\partial y} + R \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} = \rho_{11} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 V}{\partial t^2}$$

$$Q \frac{\partial \theta}{\partial z} + R \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} = \rho_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2}$$

Эту систему после некоторых преобразований приводим к виду:

$$(\lambda + 2\mu) \nabla \theta + Q \nabla \varepsilon = \rho_{11} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2}$$

$$Q \nabla \theta + R \nabla \varepsilon = \rho_{12} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2} \quad (25)$$



$$\mu \nabla(\text{rot} \vec{u}) = \rho_3 \frac{\partial^2}{\partial t^2}(\text{rot} \vec{u})$$

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2}(\text{rot} \vec{U}) = -\frac{\rho_{12}}{\rho_{22}} \cdot \frac{\partial^2}{\partial t^2}(\text{rot} \vec{u})$$

где

$$\rho_3 = (1 - \beta_0) \rho_T - \frac{\beta_0 \rho_{ж} \rho_{12}}{\beta_0 \rho_{ж} - \rho_{12}},$$

$\nabla$  - оператор Лапласа.

Учитывая (2), (3), (4), и (5) систему (11) приводим к виду:  $E_{\bullet\bullet,s} = (\rho_{11} + \rho_{12})f_1^r + (\rho_{12} + \rho_{22})f_2^r$

$$(1 - 2\beta_0)E_{\bullet\bullet,s}^{sr} = (\rho_{11} + \rho_{12})f_1^r + (\rho_{12} + \rho_{22})f_2^r \quad (26)$$

Если допустим, что содержание жидкости от общего объема сплошной среды меньше 50% (иначе сплошная среда при содержании 50% и более жидкости будет приобретать свойства ползучести и такие сплошные среды мы не рассматриваем) то из (26) получим следующее: (27),  $f_2^r = kf_1^r$  где  $k$  - коэффициент пропорциональности и определяется через другие параметры среды следующего выражения:

$$k = \frac{\beta_0(1 - \beta_0)\rho_T - \rho_{12}}{\beta_0(1 - \beta_0)\rho_{ж} - \rho_{12}} \quad (27)$$

Значит в пористых, насыщенных жидкостью однородных сплошных средах между векторами ускорения твердых и жидких частиц существует закон пропорциональности, который записывается в виде:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = k \frac{\partial u}{\partial t^2} \quad (28)$$

В проекции выражение (27) имеет вид:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = k \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial^2 V}{\partial t^2} = k \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}; \quad \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = k \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}. \quad (29)$$

Тогда из (29) очевидным образом следует, что

$$\frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2} = k \frac{\partial \theta}{\partial t^2} \quad (30)$$

Учитывая эти соотношения, уравнение движения

(25) приводим к трем волновым уравнениям:

$$\nabla(\text{rot} \vec{U}) = \frac{1}{b} \frac{\partial^2}{\partial t^2}(\text{rot} \vec{u}).$$

$$\nabla^2 \theta = \frac{1}{a_1^2} \frac{\partial^2 \theta}{\partial t^2}; \quad \nabla^2 \varepsilon = \frac{1}{a_2^2} \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial t^2}; \quad (31)$$

где

$$a_1 = [\lambda + 2\mu - \frac{Q^2}{R}] / \rho_1^{\frac{1}{2}};$$

$$a_2 = [(\lambda + 2\mu - \frac{Q^2}{R}) / \rho_2]^{\frac{1}{2}}; \quad b = (\frac{\mu}{\rho_3})^{\frac{1}{2}} \quad (32)$$

$$\rho_1 = (1 - \beta_0)\rho_T - k\beta_0 \frac{Q}{R} \rho_{ж} + (k+1)(1 + \frac{Q}{R})\rho_{12};$$

$$\rho_2 = \frac{1}{R} [(\lambda + 2\mu)\beta_0 \rho_{ж} - \frac{(1 - \beta_0)}{k} \cdot Q \rho_T - (1 - \frac{1}{k})(\lambda + 2\mu + Q)\rho_{12}] \quad (33)$$

В заключение отметим, что если пористая насыщенная жидкостью сплошная среда заполняет, трехмерное евклидово пространство и на нее действует произвольная динамическая нагрузка, в этом случае в трехмерном пространстве распространяется три типа волн, которые являются волнами чистого сжатия (растяжения), идущие со скоростями  $a_1$  и  $a_2$  соответственно, а третья волна, идущая со скоростью  $b$  является волной сдвига. Скорости этих волн определяются соответственно из выражений (33).

Очевидно, что для однородно-упругой среды при определенных начальных и граничных условиях решения системы (30) не представляет никакого трудности. Итак, движения частиц пористой, насыщенной жидкостью упругой сплошной среды, заполняющей трехмерное пространство, при действии на них динамических нагрузок описывается системой из шести дифференциальных уравнений в частных производных, которая в свою очередь приводится к трем волновым уравнениям с тремя различными скоростями.

#### Библиографический список

1. Григорян С.С. «К решению задачи о подземном взрыве в мягких грунтах» Прикладная математика и механика, т. 28, № 6, 1964.
2. Ишлинский А.Ю., Зволинский Н.Ю., Степаненко Н.З. «К динамике грунтовых масс». ДАН СССР, 1954, т. 95, №4.
3. Николаевский В.Н. «К динамике насыщенных жидкостью, уплотняемых пористых сред», «Инженерный журнал», 1962, т. 2, №3.
4. Рахматуллин Х.А. Степанова Л.Н. «О распространении ударной волны взрыва в грунтах». В книге: «Вопросы теории разрушения горных пород под воздействием взрыва». - М.: АН СССР, 1958.
5. Сагомаян А.Я. «Одновременные движения грунта с плоскими цилиндрическими и сферическими волнами». В кн.: «Динамика грунтов». - М.: Госстройиздат, 1961.
6. Френкель Я.И. «К теории сейсмических и сейсмoeлектрических явлений во влажной почве». Изд-во АН СССР, серия география и геофизика, т. 8, № 4, 1944.
7. Biot M.A. Theory of Propagation of elastic wave in a Fluidsaturated Porous Solid. I. Aconst, SocAmer. v 28, №2, 1956.



## МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ И ГАЗОВ ВЗРЫВА НА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ МАССИВА



Назаров З.С.,  
доцент кафедры  
«Горное дело» НГГИ,  
канд. техн. наук.



Тухташев А.Б.,  
заведующий кафедрой  
«Горное дело» НГГИ,  
канд. техн. наук.

*Ishda turli xil yoriqliklardagi kon jinsining portlash mexanizimi, gips va qum-sement aralashmasidan tayyorlangan 30×60 o'lchamli kubsimon bo'laklardan tashkil topgan portlovchi moddalar portlatish oqibatida yuzaga keladigan kuchlanish to'lqini tajribaviy tadqiqot metodikasi keltirilgan. Kuchlanish to'lqinining o'rnini quyidagilar belgilaydi: to'lqinning tarqalish tezligi u buzilish tezligidan bir necha marotaba yuqori, undan tashqari bloklarning surilish tezligidan ham ancha yuqori pezodatchiklar qayd etgan kuchlanish tajribaviy ko'rsatkichlarni baholash chog'ida nisbiy katalik qo'llaniladi. Yodometriya usuli yordamida gaz holatidagi portlash mahsulotlarining miqdorini baholash mumkin.*

**Tayanch iboralar:** to'lqin, detonatsiya, zaryad, amplituda, yoriqdorlik, siqilish to'lqini, radian bo'ylab kuchlanish, qaytargich, yodomertiya.

*The mechanism of explosion action in rocks of different fractures is considered in the work. A technique for experimental investigation of stress waves arising in a medium in the explosion of explosive charge on models composed of cubic blocks of 30 × 60 mm made of gypsum and sand-cement mixture is considered. The determining role of stress waves is explained by the fact that the rate of their propagation in a medium is two to three times greater than the speed of propagation of fracture and is an order of magnitude greater than the initial velocity of block displacement, i.e., they pre-destroy the medium during propagation. When estimating the experimental values of the voltages recorded by the piezoelectric detectors, the relative value of  $r$  is used. Using the iodometry method, a quantitative evaluation of the gaseous products of the explosion that exit through the open ends of the cavity without participation in crushing is carried out.*

**Key words:** wave, detonation, charge, amplitude, fracturing, compression wave, radial stresses, reflection, iodometry.

Механизм действия взрыва в породах различной трещиноватости неодинаков и определяется действием волн напряжений, продуктов детонации и соударений отдельностей. Волновая стадия действия взрыва в горных породах во многом предопределяет характер их дробления, особенно в случае разрушения крепких и весьма крепких горных пород. Определяющая роль волн напряжений объясняется тем, что скорость их распространения в среде в два-три раза больше скорости распространения разрушения [1] и на порядок больше начальной скорости сдвига блоков [2], т. е. они при распространении предразрушают среду.

Экспериментальные плоские промежутки между отдельными блоками имитируют трещины постоянного раскрытия. Напряжения измеряют пьезоэлектрическими датчиками, которые устанавливают в блоках в процессе их изготовления. Их располагают в кубе с зарядом ВВ, а также за трещиной в соседнем кубе (рис. 1). Датчиками, установленными перпендикулярно к распространению волны, регистрируют радиальные составляющие волны напряжений.

Известно, что величина напряжений в волне сжатия, распространяющейся от взрыва заряд ВВ, зависит от массы заряда, прочностных свойств среды,

удаления от заряда, ширины трещины и свойств материала, заполняющего трещину.

Прочностные свойства материала среды влияют на форму и амплитуду импульсов напряжений, распространяющихся в среде от взрыва зарядов ВВ. В менее прочных материалах фронт нарастания импульса более пологий, так как разрушение в нем начинается при более низких напряжениях в волне, при этом материал теряет жесткость, а скорость распространения волны, передающей более высокие давления, оказывается сравнительно небольшой [3].

Вследствие более низкой прочности гипса фронт нарастания величины напряжений в гипсовой модели импульса более пологий, чем в песчано-цементных моделях. Амплитуда импульсов напряжений в более прочном материале выше, чем в слабом: максимальные напряжения первого импульса в песчано-цементных моделях до трещины 91,6, а в гипсовых - 43,1 МПа.

При оценке экспериментальных значений напряжений, регистрируемых пьезодатчиками, применяется относительная величина  $r$ .

Если датчик расположен в блоке с зарядом, то,  $r = l_1 \div \sqrt[3]{m}$ , а если он расположен за трещиной - расстояние  $r$ , которое проходит волна напряжений от

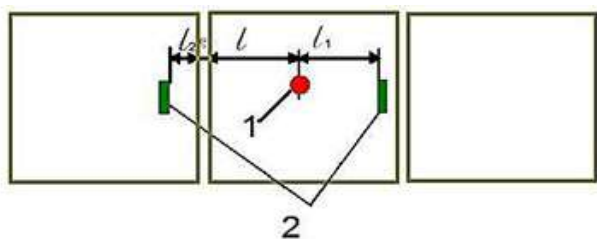


Рис. 1. Схема расположения пьезоэлектрических датчиков в блочных моделях: 1 – заряд ВВ; 2 – датчики.

взрыва заряда ВВ до датчика, складывается из расстояния до границы блока с зарядом  $l$ , ширины трещины  $\varepsilon$  и расстояния до датчика в соседнем блоке  $l_2$ :

$$l_2 = c_1 t_1; \quad \varepsilon = c_2 t_2; \quad l = c_1 t_2; \quad (1)$$

где  $c_1$  – скорость волн напряжений в материале блоков;  $c_2$  – скорость волн напряжений в материале -заполнителе трещин.

Производим тождественное преобразование второго выражения равенств (1), умножив его на  $n = c_1 / c_2$  [4], где  $n$  – показатель преломления среды, заполняющей трещины, относительно материала блоков:  $\varepsilon n = c_1 t_2$

Складывая три уравнения, получаем:

$$r = l + \varepsilon n l_2 = c_1 (t_1 + t_2 + t_3), \quad (2)$$

где  $r$  – эквивалентное расстояние от заряда до датчика в однородной среде, которое прошла бы волна за то же время, что и в среде с трещиной.

Относительное расстояние от заряда до датчика для случая, когда он расположен за трещиной, запишем в виде:

$$r = (l + \varepsilon n + l_2) / \sqrt[3]{m} \quad (3)$$

В проведении экспериментов заполнителем трещин является воздух (для гипса  $n = 6,61$ , для песчано-цементных моделей  $n = 6,93$ ). Ширину трещин изменяют в диапазоне 1-2 mm. Массу заряда тэна в гипсовых моделях изменяют от 20 до 400 mg. При  $r > 0,55$  максимальные значения напряжений от прямой волны сжатия в песчаноцементных и гипсовых моделях практически равны нулю. В исследуемом диапазоне изменения массы зарядов, размеров трещин и блоков для датчиков, расположенных за трещиной,  $r > 0,49$ . Этим объясняется то, что на типичных осциллограммах напряжений, регистрируемых датчиками, расположенными за трещиной, импульсы начинают нарастать через 60-80 mks, что по времени соответствует соударению блоков. Напряжения от прямой волны сжатия при этом не наблюдаются.

Независимо от материала среды на осциллограммах, полученных с помощью датчиков, расположенных перед трещиной, наблюдаются два максимума. Первый начинает нарастать через 5-10 mks после взрыва, второй - через 60-80 mks. Время до его достижения совпадает со временем достижения максимума для импульса, записываемого датчиком, расположенным за трещиной.

Наличие трещин между блоками в зависимости от ширины заполнителя, по данным работ [4], ослабляет напряжения при взрыве в 10-100 раз по сравнению с

блоками без трещин. Как видно из приведенных данных, максимальные радиальные и тангенциальные напряжения на расстоянии пяти радиусов заряда в сплошных моделях и моделях с трещинами близки по значениям отклонения от средних и не превышают 1,5-3,0%.

На расстоянии в 30 радиусов заряда максимальные радиальные и тангенциальные напряжения в волне сжатия превышают в 1,3-1,5 раза напряжения во втором импульсе только в случае составных моделей, отдельные части которых склеены между собой. В случае трещиноватых моделей с увеличением ширины трещины отношение величин напряжений во втором импульсе (от соударения отдельных частей) к напряжениям в прямой волне сжатия, перешедшей через преграду, увеличивается в 1,4 и 1,6 раза для радиальных напряжений и в 1,4 и 2,5 раза - для тангенциальных.

Следовательно, имеющиеся в среде трещины являются экраном для волн напряжений, распространяющихся от взрыва заряда ВВ. При переходе через трещину амплитуда прямой волны сжатия значительно уменьшается и при определенном соотношении между массой заряда, шириной трещины и расстоянием до границы блока ( $r > 0,55$ ) практически равна нулю. Передача энергии взрыва в среде, разбитой трещинами на отдельные (блоки), осуществляется в результате разрушения среды при выходе волны сжатия на свободную поверхность и последующем ударе раздробленным материалом блока, в котором находится заряд, по первоначально неподвижному соседнему блоку.

Газообразные продукты взрыва, прорываясь, увлекают за собой образующиеся куски, сообщая им дополнительную скорость, т. е. увеличивают эффект соударения. Ударное взаимодействие отдельных частей вызывает возникновение в среде волны напряжений от соударения.

Таким образом, в среде блочного строения с трещинами между блоками фиксируются волны напряжений от прямой волны сжатия и от соударения блоков. Волны напряжений с амплитудами, превышающими прочность горных пород, распространяются в основном в пределах блока, содержащего заряд ВВ.

В силу многократного отражения и преломления на границах раздела сред (трещинах) амплитуда волны напряжений резко убывает по мере удаления от заряда и становится недостаточной для разрушения породы. Прямая волна сжатия за трещинами практически не наблюдается, а лишь фиксируются волны напряжений, которые по времени прихода соответствуют волнам напряжений, возникающим от соударения блоков. Величины этих напряжений достаточны для разрушения материала моделей. Значение волнового фактора особо велико для монолитных пород. В то же время немаловажна роль газов в процессе дробления монолитных сред.

Значительно возрастает роль газов в процессе раз-

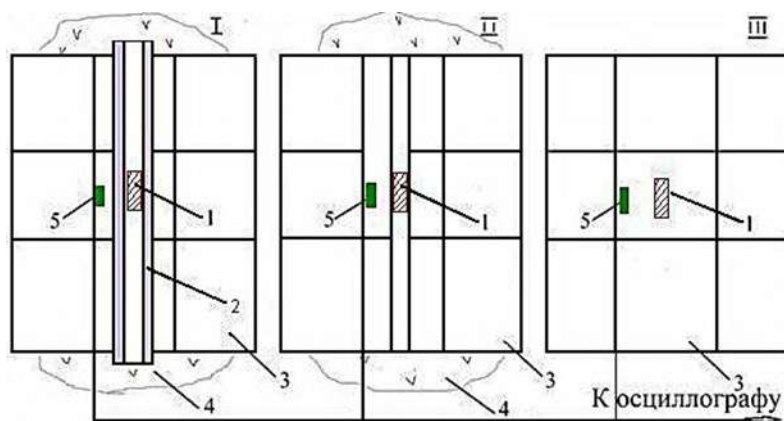


Рис. 2. Схема для определения волн напряжений, продуктов детонации отдельных частей в общей работе на моделях, где газообразные продукты взрыва изолированы от разрушаемой среды (I) и частично (II) или полностью (III) попадают в среду: 1 – заряд ВВ; 2 – металлическая трубка; 3 – модель; 4 – вата; 5 – датчик.

рушения мелко-трещиноватых пород. Однако в наибольшей степени их влияние проявляется в крупноблочных породах. Считается, что энергия, переходящая в волну напряжений при взрывном разрушении горных пород, составляет 5-15% энергии газооб-

разных продуктов взрыва. Газы проникают в трещины, воздействуя на их стенки и зародыши трещин вблизи взрывной полости. Выяснение роли волн напряжений, газообразных продуктов взрыва и соударения отдельных частей в развитии процесса разрушения твердых сред имеет большое научное и практическое значение.

Роль волн напряжений, продуктов детонации и соударения отдельных частей в общей работе взрывного дробления определяли экспериментальным путем на объемных моделях блочного строения. При этом сравнивают дробление моделей при различной степени участия в нем газообразных продуктов взрыва. Разрушение оценивают по величине вновь образованной поверхности.

Эксперименты проводятся в три серии, схемы проведения представлены на (рис. 2).

С помощью метода йодометрии осуществляется количественная оценка газообразных продуктов взрыва, выходящих через открытые концы пласти без участия в дроблении (5-7%).

#### Библиографический список

1. Пастухов И., Беликов И. Л., Суздальцев В. Д. Взрывное дело. 1987. № 62/19. -С. 236-243.
2. Кратковеккий И. Л. Взрывное дело. 1997. № 78/35. -С.176-81.
3. Петренко В. Д., Везорудько В. В., Губарь И. Г. О распределении гранулометрического состава продуктов дробления пород взрывом. Механика и взрывное разрушение горных пород. 1992. -С. 88-94
4. Ефремов Э. И., Мячина И. И. О факторах, определяющих взрывное дробление трещиноватой среды блочного строения. Explosive, Drilling, Mining. 1984, № 1. -С. 18-22.





## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ КРУТОНАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРА КНК-270 И ПРИЧИНЫ ЕГО ПРОСТОЕВ



**Атакулов Л.Н.,**  
доц. кафедры  
«Горная электромеханика» НГГИ,  
канд. техн. наук.



**Кахаров С.К.,**  
доц. кафедры  
«Горная электромеханика» НГГИ,  
канд. техн. наук.



**Халиков У.Р.,**  
ст. преп. кафедры  
«Горная электромеханика» НГГИ.

*Maqolada KНК-270 tik qiya konveyeridan foydalanish misolidan foydalanib, NKMK Murmantau ochiq konining sharoitida CPT-ruda transport liniyasining ishonchligi va samaradorligiga ta'sir qiluvchi sxemalar berilgan. Uzlüksiz transport vositalarining bosim belbog'i bilan ishlashiga ta'sir etuvchi omillar va uning uzilish sabablari aniqlangan.*

**Tayanch iboralar:** *transport kompleksi, tik qiya konveyer, uzluksiz ishlash, haqiqiy resurs, uzilish sabablari, mavjudlik omili, ishonchlik ko'rsatkichlari.*

*In the article, using the example of the operation of the KНК-270 slope conveyor, the scheme of influencing factors on the reliability and efficiency of the CPT-ore transport line in the conditions of the Muruntau open pit mine of the NGMK is given. Factors influencing the performance of continuous transport with a presser belt, as well as the reasons for its downtime, are determined.*

**Key words:** *transport complex, steeply inclined conveyor, uninterrupted operation, actual resource, reasons for downtime, availability factor, reliability indicators.*

Технологическим схемам с перемещением горной массы крутонаклонными конвейерами (КНК), в условиях глубоких карьеров, характерна весьма жесткая взаимосвязь между последовательными звеньями работы сборочного транспорта и дробильно-перегрузочных комплексов в составе ЦПТ-руда, в единой линии. Выход из строя одной конвейерной установки или перегрузочного пункта приводит к остановке всей технологической цепи.

В связи с этим, для бесперебойной работы транспортного комплекса ЦПТ-руда, следует наиболее полно учитывать надежность КНК-270, как основного звена, так как конвейер осуществляет непрерывный подъем с углом наклона  $37^{\circ}$  скальной породы, насыпной плотностью  $1,75 \text{ t/m}^3$  на высоту  $270 \text{ m}$ .

Надежность транспортного оборудования, определяемая его безотказностью, восстанавливаемостью, ремонтпригодностью, уровнем готовности, степенью использования во времени, характеризует его транспортирующую способность в течение рабочего времени. Комплексным показателем, отражающим все указанные факторы, а также уровень организации технологического обслуживания и ремонта, является

коэффициент готовности, который характеризует вероятность пребывания оборудования в работоспособном состоянии в любой произвольный момент времени [1].

Для определения коэффициента готовности линии КНК-270 можно использовать вероятностную формулу:

$$K = \frac{K_k}{K_k + n(1 - K_k)} \quad (1)$$

где  $K_k$  – коэффициент готовности конвейера,  $n$  – число конвейеров в технологической линии.

По данным эксплуатации коэффициент готовности для абразивной горной массы КНК-270  $K_r = 0,76 - 0,92$ . При этом календарная продолжительность эксплуатации может варьироваться, поскольку зависит от ряда факторов: эксплуатационных нагрузок, конструктивных особенностей, организации обслуживания и ремонта технологического комплекса.

Показатели надежности КНК-270 нестабильны, потому что такие конвейерные линии относятся к не резервируемым системам. Установка резервной линии настолько повышает капитальные затраты, что по сравнению с другими видами транспорта крутонаклонный конвейер с низкой надежностью при со-

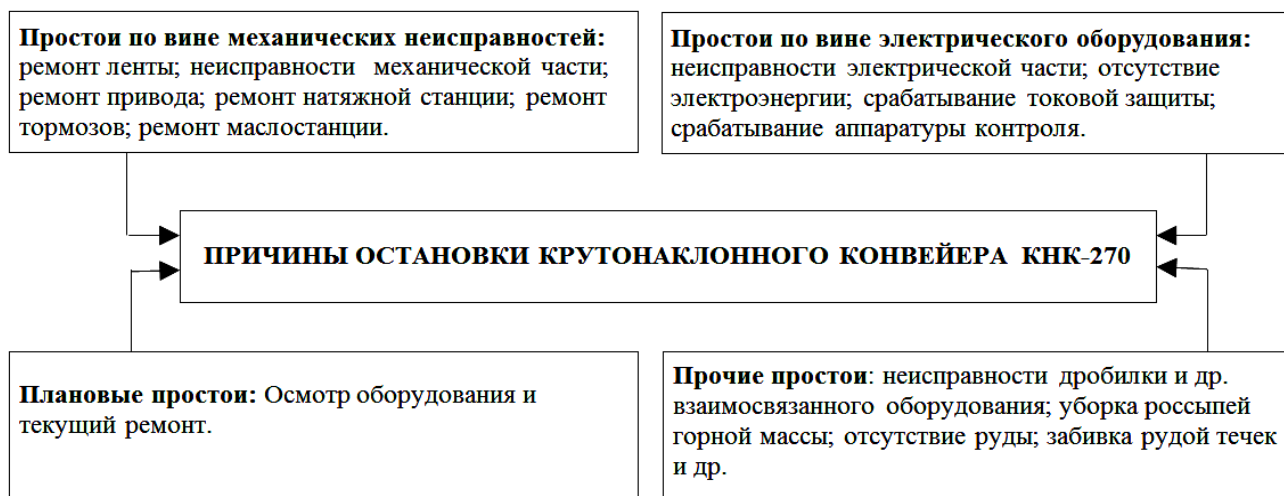


Рис. 1 Схема влияющих факторов на фактический ресурс КНК-270.

поставимых условиях становится неэффективным [2].

Для выявления приоритетных направлений увеличения срока службы КНК-270 были исследованы особенности данного оборудования в реальных условиях эксплуатации. На схеме рис. 1 приведены наиболее значимые факторы, влияющие на фактический ресурс КНК-270.

Систематизация данных о неисправностях, выявленных в процессе сбора данных о работе КНК-270, позволила сделать вывод: одним из резервов повышения фактического ресурса является приобретение оригинальных запасных частей на замену изношенных. Экономия средств на более дешёвых аналогах может привести к значительному сокращению остаточного срока службы. Некачественные запчасти требуют замены в большем количестве, что приводит к уменьшению ресурса всего оборудования и дополнительным затратам [2].

Например, при использовании более качественных клеящих средств немецкого производителя «Тип топ» по сравнению с материалами японской фирмы «Якагама» долговечность стыков резинотросовой ленты увеличилась на 18-22%, при этом уменьшилось количество простоев в среднем до 10%.

Человеческий фактор, остается основополагающим при эксплуатации КНК-270, так как именно человек несет ответственность за соблюдение технологической дисциплины и поддержание технического состояния транспортного оборудования любой степени сложности и автономности. Недостаточное количество персонала по обслуживанию конвейеров, может стать причиной серьезных аварий, которые приведут простоям и потерям огромных денежных средств для производства в целом. Низкий уровень квалификации становится причиной следующих неисправностей [2]:

– неравномерный износ тормозных колодок, проскакивающий в результате неверной регулировки сжатия тормозных тяг;

– неправильная установка датчика схода ленты (сход ленты в сторону превышает 10% ширины самой ленты).

Нарушением требований по эксплуатации, определенных заводом-изготовителем, сокращением времени на проведение технических осмотров обусловлены следующие неисправности:

– износ подшипниковых узлов вследствие высокого уровня вибрации электродвигателя;

– течь масла по валам редукторов, по причине износа уплотнительных колец. Сокращают срок службы основных узлов конвейера и некачественные смазочные материалы. Смазка должна производиться строго в соответствии с рекомендациями, приводимыми в руководстве по эксплуатации.

Вообще, основные принципы поддержания уровня надежности уникального оборудования, должны реализоваться в программе ТО и Р. Важен выбор оптимальных сроков профилактических ремонтов.

Из общего числа аварийных простоев механизированного комплекса ЦПТ-руда, на долю конвейеров приходится от 40 до 60%. Коэффициент готовности конвейерной линии и степени использования конвейеров во времени уменьшается с увеличением числа конвейеров в технологической линии. Простои конвейерных линий возникают из-за неисправностей механического и электрического оборудования конвейеров и дробилок, проведения проверок и регулировок, неисправностей аппаратуры контроля. На конвейерной линии КНК-270 за смену наблюдается в среднем 2 – 3 остановки с преобладающей длительностью 14 – 22 min.

Факторы, влияющие на фактический ресурс КНК-270, позволяют выявить и систематизировать основные причины остановок конвейера при транспортировании горной массы (рис. 2).

Так как значительная доля простоев конвейерных линий КНК-270 происходит по различным аварий-

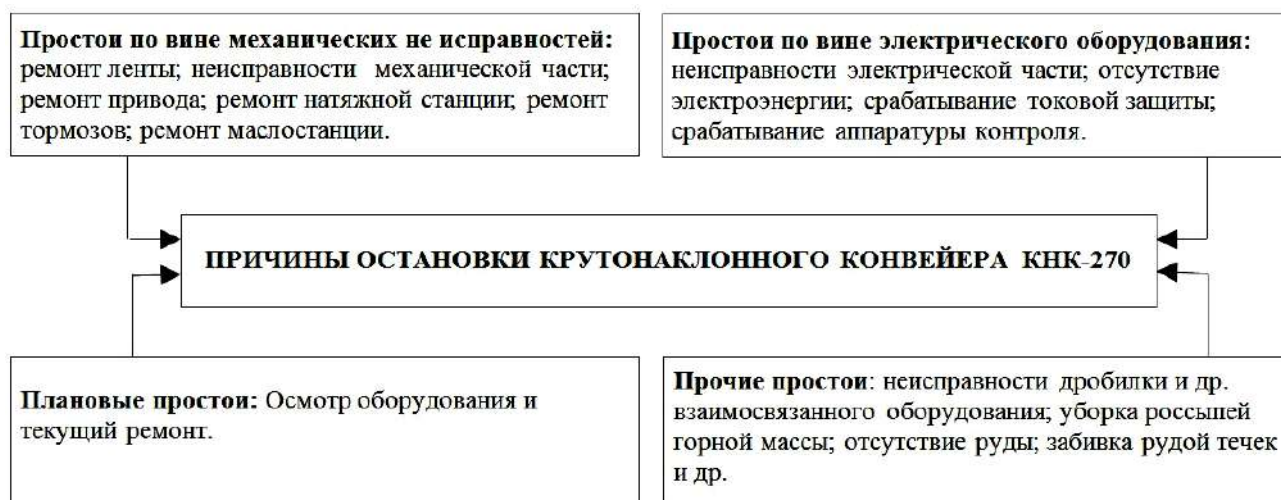


Рис 2. Схема причин и результатов остановки КНК-270.

ным причинам, то при расчете производительности конвейерной линии на глубоком карьере «М» необходимо более полно учитывать надежность комплектующего и вспомогательного оборудования.

При определении временной производительности конвейерной линии также необходимо учитывать коэффициент готовности [1].

$$Q = Q_{\text{час}} \times T \times K_r(2)$$

где  $Q$  – производительность конвейерной линии КНК за промежуток времени,

$T$  – время работы конвейерной линии,

$Q_{\text{час}}$  – часовая производительность конвейерной линии,

$K_r$  – коэффициент готовности конвейерной линии.

Возрастание проектной глубины карьера «М» по добыче крутопадающих месторождений полезных ископаемых до 1000 м. будет в дальнейшем приводить к увеличению протяженности конвейерных линий, повышению крепости добываемой горной массы, усложнению горно-геологических условий добычи и транспортирования горной массы. Как следствие, это может стать причиной снижения производительности транспортирующего оборудования. Поэтому повышение надежности работы КНК-270 при транспортировании горной массы в карьере будет одним из главных требований для поддержания высокой эффективности горнотранспортной системы карьера.

Изучение и обработка данных неисправностей при транспортировании руды на карьере М и сбор информации при работе крутонаклонных конвейеров на глубоких карьерах за рубежом, позволили установить процентное отношение причин возникновения простоев КНК-270 (табл. 1).

Как видно из табл. 1 одной из главных причин простоев КНК-270 является выход из строя резиновой ленты. Лента это основной, наиболее дорогой и наименее долговечный элемент конвейера, который является одновременно грузонесущим и тяговым органом. Поэтому лента должна быть устой-

чива к абразивному износу, обладать хорошими изгибными свойствами, иметь наименьший возможный вес и минимальное удлинение, а также длительный срок службы при минимальных эксплуатационных затратах.

Долговечность конвейерных лент существенно зависит от вероятности воздействия динамических нагрузок, крупности, плотности и абразивности транспортируемых пород [3].

Для бесперебойной работы уникального горно-транспортного комплекса ЦПТ-руда и повышения фактического ресурса КНК-270 предлагаем технические решения и рекомендации:

Необходимо отказаться от некачественных дешевых запасных частей основного оборудования, а использовать только оригинальные - качественные детали.

Таблица 1

**Причины и процентные показатели простоев конвейерных линий КНК-270**

Причины простоев	%
Общие простои конвейерных линий	100
Неисправности механической части	9,4
Ремонт ленты	33,02
Устранение схода ленты	3,1
Замена роликовых опор	1,38
Ремонт привода	2,4
Ремонт маслостанции	0,1
Ремонт тормозов	0,6
Ремонт натяжной станции	2,22
Ремонт бортовых уплотнений и течек	0,02
Неисправности электрической части	1,95
Срабатывание токовой защиты	0,4
Отсутствие электроэнергии	1,17
Срабатывание аппаратуры контроля	1,87
Осмотр оборудования и текущий ремонт	8,22
Забивка рудой течек	0,47
Уборка россыпи горной массы	0,25
Неисправности дробилки	6,43
Плановые ремонты	24,32
Другие причины	2,68



Управляющее воздействие обслуживающего персонала на КНК-270, зависит от организации управления и уровня механизации и автоматизации конвейерной установки. От квалификации и правильности действий работников, зависит надежность всех элементов конвейерного оборудования. Многие зависят и от принятой на производстве системы планово - предупредительного ремонта. Важен выбор оптимальных сроков профилактических ремонтов.

Как видно из табл. 1 одной из главных причин простоев КНК-270 является выход из строя резиновой ленты, время простоя связано с вулканизацией стыков ленты (36 т). Для повышения долговечности ленты, в условиях эксплуатации КНК-270 необходимо тщательно рассмотреть влияние всех факторов приводящих к сокращению ресурса дорогостоящего оборудования, особое внимание при этом необходимо уделить местам стыка резиновой ленты.

#### Библиографический список

1. Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Запенин И.В., Дьяченко В.П., Шешко Е. Е. *Современная теория ленточных конвейеров* ГП. Издательство МГГУ. 2005.
2. Литвиненко К.В. *Надежность конвейерного транспорта при открытой разработке полезных ископаемых*. Киев, Научно-технический сборник НГУ. №3, 2015.
3. Васильев М.В. *Комбинированный транспорт на карьерах*. - М.: Недра. 1975.





## ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ



**Тошов Ж.Б.,**  
декан факультета энергетики  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
докт. техн. наук, доцент.



**Тошниёзов Л.Г.,**  
докторант  
факультета энергетики  
ТашГТУ им. И. Каримова.



**Баратов Б.Н.,**  
ст. преп. кафедры  
«Горная электромеханика»  
ТашГТУ им. И. Каримова.



**Очилов С.,**  
магистрант  
факультета энергетики  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Maqaloda determinantlangan model asosida samarali tog' jinslarini maydalovchi asoslarni yaratish masalalari ko'rilgan. Burg'ulash dolotolarini yaratishning texnologik karta keltirilgan. Intelektual himoya zarurligi asoslangan.*

*Tayanch iboralar: burg'ulash, burg'ulash dolotosi, energiya sarfi, quduq, salnik xosil bo'lishi, tayanch germetizatsiyasi.*

*On the basis of the model of the determinant the problem of creation of crusher bases of active rocks is observed. There is a technological card for drilling dolomites. It is based on the need for intelligent protection.*

**Key words:** drilling, drilling dolotos, energy consumption, wells, saline dressing, base hermetisation.

Породоразрушающий инструмент, являющийся основным забойным механизмом, непосредственно разрушающий горную породу и формирующий форму забоя и форму ствола поперечного сечения скважины, изучается учеными и специалистами, с целью его совершенствования и разработки новых конструкций.

На сегодняшний день буровые долота для бурения разного рода скважин закупаются из-за рубежа по довольно высокой цене и количество таких закупок, естественно, возрастает. Поэтому актуальным в настоящее время является вопрос, хотя бы, частичном замещении буровых инструментов собственного производства.

И встает вопрос о возможности такого замещения. Вопрос конечно серьезный и он разрешим в связи со следующими обстоятельствами.

1. В Узбекистане создано научное направление, в основе которого была заложена основа детерминированное моделирование динамики буровых долот практически во всех аспектах динамики вооружения, опорных поверхностей и промысловых узлов.

2. В процессе научных исследований по данному направлению сформулирована закономерность затраты энергии динамическими системами от сил сопротивления движения, которая позволяет дать ответ на сложнейшие вопросы процесса бурения, таких как процесс низких скоростей в глинистых породах, как процесс сальникообразования, как сложность процесса герметизации опорных поверхностей и т.д.

Поэтому сегодня совершенно объективно можно утверждать о возможностях проектирования и изготовления буровых долот собственного производства,

т.е. выйти на процесс импортозамещения в достаточно значительных объемах.

На первом этапе приведем несколько примеров. При бурении шпуров и скважин в поперечных сечениях скважин вырисовывалась закономерность: при  $n$  – лезвийном инструменте (шарошечного и режущестирающих типов) получалась  $n+1$  – гранная форма. Объяснение этому до последнего времени так и не было обосновано.

Далее было установлено явление образования так называемой «шламовой подушки». Объяснение и этому явлению не было найдено до последнего времени.

В этом плане заметим, что все формулы экспериментального вывода механических скоростей бурения были увязаны с прочностными свойствами горных пород. Но получили парадокс, заключающийся в том, что механические скорости бурения в мягких глинистых породах получались меньшими чем в бурении в твердых и крепких породах.

Тем более парадоксальным выглядело явление так называемого процесса сальникообразования. А объясняется это липкостью породы при бурении с очисткой глинистыми растворами и при бурении в глинистых прослойках. Это явление было весьма вредно и, особенно, при турбинном способе бурения и многочисленными прихватами буровых инструментов, приводящих часто к аварийным ситуациям. Все эти, порой, парадоксальные явления объясняются только теперь, когда построена детерминированная математическая модель процесса бурения. И построенная эта модель в Узбекистане, суть которой состоит в том, что динамические составляющие – динамика



вооружения бурового долота, система очистки буровых скважин от шлама и герметизация опорных поверхностей (имеются в виду инструменты шарошечного типа) не имели единого подхода на базе детерминированного моделирования столь сложного процесса как бурение. И только в этом случае можно построить классическую формулу стоимости бурения одного метра скважины.

Но это удалось сделать только с учетом многочисленных теоретических и экспериментальных исследований и на базе электронно-вычислительной техники.

Мы остановимся на этих вопросах более подробно на базе своих теоретических и экспериментальных исследований. Как показала практика, что только на этой основе можно оптимизировать как геометрические параметры буровых породоразрушающих инструментов, так и технологические параметры процесса бурения скважин самого различного типоразмера [1].

Для того, чтобы теоретические исследования в области породоразрушающего инструментов были востребованы и значимы при дальнейшем развитии математического моделирования, мы исходили из следующих предпосылок.

Во-первых, необходимо было определиться в правильности и эффективности вычисляемых критериев оценки работы бурового долота той или иной конструкции или её модификации необходимо физическую сущность этих критериев изложить или выразить как функции геометрических параметров долот и физико-механических свойств разбуриваемых пород. Тогда мы получили бы критерии, выражаемые стоимости метра проходки в абсолютных величинах. Если задано одно из условий, а в нашем случае это – глубина внедрения рабочих выступов, то мы получим критерии в относительных величинах. В этом случае мы можем лишь судить о том, что новая конструкция или модификация будет лучше в несколько раз. А это будет достоверно, если критерии вычисляются на детерминированной основе, т.е. как явные функции от геометрических параметров. В нашем случае критерии будут являться как явные функции от геометрических параметров и взаимосвязанных между собой углы поворота вокруг осей вращения: оси вращения инструмента или оси вращения отдельного элемента.

Всё это будет касаться критериев оценки эффективности разрушения горной породы. И здесь новизна проявится при проектировании по буровым долотам с учетом двух других параметров динамики – размещении промывании каналов и способ и конструкции опорных узлов вращающихся элементов [2].

Во-вторых, использовать впервые результаты динамики этих узлов, опираясь не результаты, выполняющие из закономерности систем от сил сопротивления движению. И это последнее особенно значимо, вследствие того, что в данном случае, всегда можно гарантировать прогноз при бурении в любых горно-механических условиях.

До настоящего времени исследователи, и изготовители буровых инструментов базировались только по

одному из критериев. Всё это сейчас важно и актуально, поскольку эффективность будет оцениваться по всему комплексу динамических характеристик проектируемых, изготавливаемых и используемых в нашей работе породоразрушающих буровых инструментов.

В настоящее время уже всем, и особенно специалистам, вполне понятно, что процесс бурения является сложнейшей динамической системой в силу того, что в этом процессе имеют место иногда явления, сложно поддающиеся осознанию и тем более математическому моделированию. И для того чтобы было понятно о чем идёт речь приведем лишь два явно просматривающихся примера в процессе бурения скважин.

Так, при бурении скважин с глинистыми прослойками бурение трехшарошечными долотами ограничивалось механической скоростью проходки полуторами метров в час не зависимо от величин режимных параметров. А в этих же условиях бурением одношарошечным долотом механическая скорость была ещё ниже – менее одного метра в час. Это явление парадоксальное, но оно уже принимается в практике бурения скважин как должное. И причина его заключается в том, что мы недостаточно полно понимаем многие процессы, происходящие вокруг нас, не понимаем природной сути окружающих нас динамических процессов, а принимаем как «само по себе разумющиеся» [3].

Но сейчас уже доказано, что причина столь необычных явлений кроется, в конечном счете, в той же закономерности затрат энергии динамических систем от сил сопротивления движению. Дело в том, что движения обтекаемых тяжелых частиц согласно принципа наименьших затрат энергии, ищут и находят свое место на оси закрученных потоков [4].

Все уже понимают, каким сложным процессом является процесс бурения, и особенно процесс разрушения горных пород на забое скважины. И все уже осознают, какую роль в этом процессе играет конструктивная модель породоразрушающего инструмента со всеми своими составляющими: динамика вооружения, динамика опорных узлов и динамика процесса очистки забоя скважины от выбуренного шлама. И оптимизационные задачи по этим направлениям в правильной постановке и эффективном их разрешении дают как сами по себе, так и желательно, в комплексе вполне определенную экономическую эффективность.

В первом приближении этот процесс нами представлен на нижеследующей схеме (рис. 1).

Как уже замечено выше, нашей целью является повышение эффективности существующей или вновь созданной конструкции бурового долота, например, в одношарошечном исполнении.

В этом случае, если идет речь о теоретической разработке, прежде всего, необходимо располагать необходимыми средствами для проведения вычислительного эксперимента по выбору объективных критериев с теми или иными допущениями. При этом необходимо опираться или на существующий потенциал в данном направлении или на разработку новой методологии с более объективными критериями

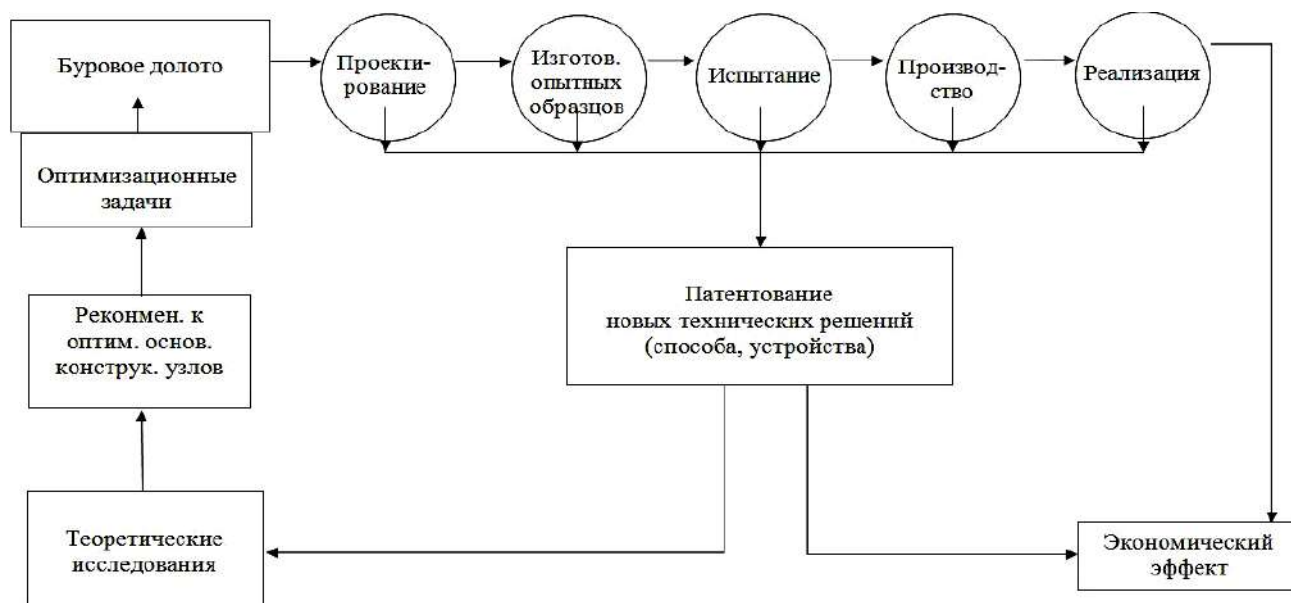


Рис. 1. Технологическая карта разработки эффективных породоразрушающих буровых инструментов.

оценки исследуемой динамической системы.

На этом этапе ставятся и решаются, по мере возможности, используя интеллектуальный капитал, задачи по тем или иным направлениям конструкции (вооружения, опора, промывка). Здесь, безусловно, необходимо исходить из того, какое звено в этой триаде динамической системе составляет слабое место, т.е. определить по какой причине буровое долото малоэффективно или выходит из строя. Также необходимо искать и находить пути решения оптимизационных задач по всем трем направлениям и этот процесс объективно можно продолжать до совершенства. По крайней мере, из этой предпосылки и следует исходить.

При решении оптимизационной задачи относительно буровых долот, в частности, одношарошечных, всегда следует исходить из заложенных прежде прочностных характеристик, которые должны быть не менее допустимыми в практике их эксплуатации [5].

Конечно, прочностные и абразивные свойства вновь разрабатываемой конструкции должны удовлетворять их эксплуатационным характеристикам. Известна и хорошо налажена сегодня технология изготовления буровых инструментов. Но, при этом могут возникнуть трудности в плане перспектив на серийное производство, что выяснится при изготовлении и испытании опытных образцов. Всего этого можно ожидать и предусматривать заранее, т.е. желательно на стадии проектирования.

При испытании опытных образцов на первой стадии ни в коем случае нельзя выходить за рамки тех параметров режима бурения, которые были определены в процессе эксплуатации аналогичных серийных конструкций. Пробные эксперименты в силу их необходимости допустимы только после положительных результатов при использовании новых конструкций с задаваемыми ранее параметрами эксплуатации.

При положительных результатах в процессе отработ-

ки опытных конструкций можно и необходимо уже разработать режимно-технологическую карту, как предвестника серийного производства новой конструкции.

Заданный типоразмер, область возможного его применения и реализации данной продукции не возможно без учета себестоимости новой конструкции, связанных с ними и эксплуатационными расходами.

И, в конечном счете, при создании новой конструкции, в данном случае породоразрушающего бурового инструмента, и особенно настоящее время, необходимо особенно внимательно подходить к процессу в плане защиты интеллектуальной собственности. Всё это необходимо и диктуется в теории и на практике рыночными отношениями. При этом в процессе создания новой техники необходимо располагать патентной базой в данной области техники и технологии.

#### Библиографический список

1. Стеглянов Б.Л. От Как?... к Почему?... (Аспекты динамики буровых долот и других физических моделей) / ФНТИ, Ташкент, 2001. -68 с.
2. Тошов Ж.Б. Повышения эффективности бурения взрывных скважин на путях оптимизации трех составляющих динамики буровых долот / Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: МГГУ, 2014. - № 6. -С. 281-287.
3. Behrad Rashidi, Geir Hareland, Zebing Wu. «Performance, simulation and field application modeling of rollercone bits». *Journal of Petroleum Science and Engineering*. Volume 133, September 2015, Pages 507-517. Exeter, UK.
4. Стеглянов Б.Л., Тошов Ж.Б. Основные технико-технологические направления оптимизации динамики одношарошечных буровых долот / Научно-технический и производственный журнал «Горный журнал Казахстана». – Алматы (Казахстан), 2014. - № 7. -С. 24-28.
5. Yong Deng, Mian Chen, Yan Jin, Yakun Zhang, Daiwu Zou, Yunhu Lu. «Theoretical and experimental study on the penetration rate for roller cone bits based on the rock dynamic strength and drilling parameters». *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. Volume 36, Part A, November 2016, Pages 117-123. Exeter, UK.



## ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ПОИАНИЛИНОВЫХ КОМПОЗИЦИИ С ДОБАВКАМИ НУРАТИНСКОГО БЕНТОНИТА



**Набиев А.Н.**,  
ст. пр. кафедры  
«Методика преподавания химии»  
НавГПИ, канд. хим. наук.



**Мухиддинов Б.М.**,  
проректор  
по научной работе НГГИ,  
докт. хим. наук, проф.



**Аскарлов М.А.**,  
проф. ГУП «Фан ва тараққийёт»  
при ТашГТУ им. И. Каримова,  
докт. хим. наук, академик АН РУз.

*Mazkur ishda polianilin komplekslari asosida polianilinli kompozision sorbsion materiallar olish jaraynlari o'rganilgan. Kimyoviy muvozanat nuqtai nazardan kompozisilariga malum miqdorda Nurota bentoniti qushilib HF, HCl, NO<sub>2</sub>, zarali havolarni tozalovchi sorbentlar olindi. Hosil qilingan polianilin sorbentlarning fizik- kimyoviy xossalari IK va YMR spektorli analizlar orqali ularning fizik – kimyoviy xossalari o'rganildi.*

**Tayanch iboralar:** polianilinli komplekslar, polikompozitlar, bentonitlar, elektro'tkazuvchanlik, sorbentlar, oqava suvlari, absorbsiya.

*The processes of preparation of polyaniline composite sorption materials have been studied. The physicochemical properties of the obtained samples of polyaniline complexes and compositions were studied. The interaction of particles of bentonite with IPK is studied from the standpoint of chemical equilibrium describing the reaction of hydrogen bond formation between bentonite and amino groups of PANI. We obtained the polyaniline sorbent was tested for purification and trapping of acid, waste gases containing HF, HCl, NO<sub>2</sub>. The optimal conditions for the preparation of the polyaniline sorbent for purification of industrial waste gases*

**Key words:** polyaniline complexes, polycomposites, bentonites, electrical conductivity, sorbents, waste water, absorption.

Получены и изучены физико-химические и механические свойства полианилиновых композиционных сорбентов. Установлено оптимальное соотношение ингредиентов для получения полианилиновых композиционных сорбционных материалов и изучены структуры полученного полианилинового сорбента на основе ИК-ЯМР-спектроскопии и электронно-спектроскопических методов. Несмотря на относительно короткий период интенсивного исследования полианилиновых композиции уникальность и неповторимость их физико-механических свойств, оптических и др. [1-4] вызвал интерес их практического использования в области промышленной экологии [5-7].

Нами было проведено исследование процессов очистки выхлопных газов на основе полианилиновых композиционных сорбентов. Для исследования природы образующих связей получаемых полианилиновых сорбентов применяли метод ИК-спектроскопии. Надо полагать, что обнаруживаемое смещение полос поглощения может быть обусловлено реструктуризацией системы оксидов и гидроксидов. Было обнаружено, что при добавлении 0,2% Нуратинского бентонита в состав изготавливаемого сорбента, происходит смещение полос поглощения карбоксильных  $\nu(C=O) - 1500 \text{ см}^{-1}$ ,

$\nu(COO) - 1000 \text{ см}^{-1}$ , для  $\nu(-NH-)$  на  $3000 \text{ см}^{-1}$ , усиливаемое с повышением содержания бентонита. Результаты ЯМР исследований полианилиновых комплексов с поликислотами показывают, что в 8%-ных растворах спектры расщепляются на две линии, интенсивности, и положение которых сильно зависит от угла. На рис. 2 приведены полученные нами ЯМР – спектры полианилина.

Для исследованных нами образцов было установлено, что изменение ориентации вызывает смещение резонансной линии по величину 0,6 м.д. При угле ориентации  $\varphi=55^\circ$  положение резонансной линии совпадает с положениями линий в спектрах двух типов изучаемых 8%-ные растворы имеют явно выраженную дублетную структуру.

Отсюда можно заключить, что наблюдаемая картина связана с явлением анизотропии химического сдвига аминного и иминного бензольных групп в цепях полианилина в случае его комплексобразования с другими полимерами. Можно объяснить и за счет протонного обмена, где изменения ориентации ядерных спинов  $-NH-$  группам происходят с такой частотой, что в жидко полимерных растворах прямые диполь-дипольные взаимодействия ядерных спинов полностью усредняются. Поэтому каждая



ИК-спектрометр AVATAR 360 фирмы "Nicolet Instrument Corp.", США  
 Проба в виде диска с KBr  
 Диапазон 4000 - 400  $cm^{-1}$   
 Шаг - 8  $cm^{-1}$

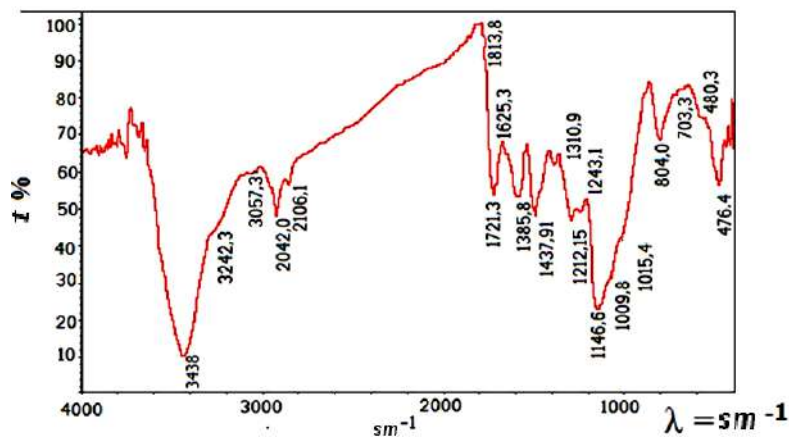


Рис. 1. ИК- спектры полианилинового композита ПАНИ/ПКА. Длина волны  $\lambda = sm^{-1}$

–NH– группа в цепи полианилина и интерполимерного комплекса представляется как изолированная спиновая система. Наблюдаемое на рис. 2 возрастание сильнополного резонансного сигнала протонов, означает, что ориентирующее внешнее магнитное поле оказывает экранирующее воздействие на все возрастающее число протонов растворителя диметилформамида, и этот эффект заметен сильнее, чем в среде изотропного раствора. В этих растворах отдельные макромолекулы, стабилизируемые силами молекулярного взаимодействия, образуют относительно жесткие спирали, что придает им способность ориентироваться в магнитных и электрических полях.

Полученные электроно-сконирующие снимки чет-

NMR - UNITY 400+LCPC  
 Sample: PANI  
 Solvent: TFA+CD<sub>3</sub>COOD (for lock)  
 Refer - t: NMDSO (0 ppm)  
 Experim: s2pul  
 Data:

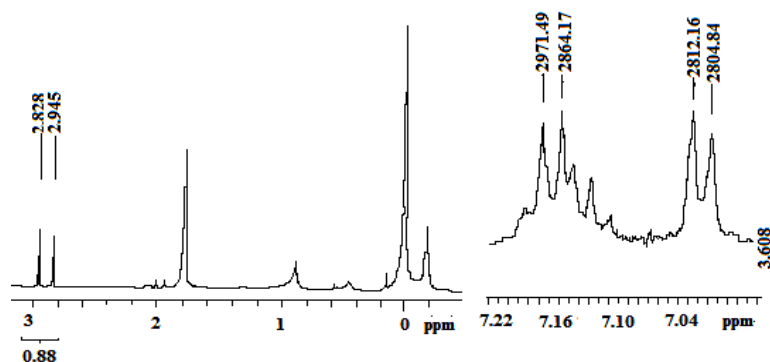


Рис. 1. Схема расположения пьезоэлектрических датчиков в блочных моделях: 1 – заряд ВВ; 2 – датчики.

ко свидетельствуют об изменениях микро-структуры полианилинового композитного сорбента (рис. 3). В частности, при добавлении Нурагинского бентонита было замечено изменение фибриллярных микро-структур полианилиновых композитов.

Взаимодействия частиц бентонита с ИРК изучено с позиций химического равновесия, описывающего реакцию образования водородных связей между бентонитом и аминогруппами ПАНИ.

Очевидно, частицы бентонита способны аппроксимировать сферами, имеющими достаточно узкое распределение масс. Нами было установлено, что в реакцию с ИКМ вступают лишь гидроксильные группы, расположенные на поверхности сферических частиц.

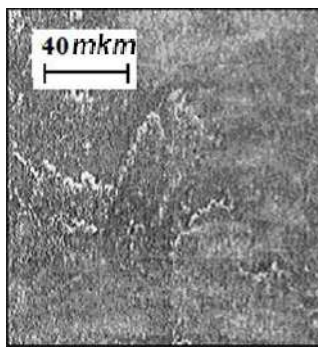
Таким образом, было показано образование ассоциаций более крупных (макро) – формований в уже существующих частицах полианилинового композиционного

материала. Можно сделать следующее заключение: структура ИКМ включает более или менее протяженные петли и хвосты ПАНИ содержащие свободные звенья, далее отмечается последовательное расположения частиц бентонита в пространстве клубки ИПК. Если все процессы рассматривать с точек зрения взаимодействия макромолекул с дисперсными частицами бентонита, можно утверждать, что короткие цепочки ИПК при взаимодействии с частицами бентонита выполняют функции стабилизаторов дисперсной системы.

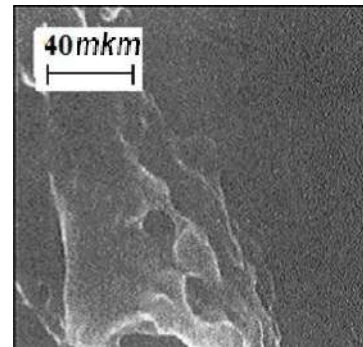
Результаты изучения морфологической структуры ИПК и смесей ИПК-бентонит показали, что химическом строении содержатся аминогруппы, определяющие способность к интерполимерному взаимодействию и будет определять формирования микро-структуры ИПК.

Полианилиновый композит ПАНИ/ПКА представляют собой типичные микрогетерофазные композиты. Введение бентонита (5-10%) в образцы композитов на основе ИПК и ИПК-БТ приводит к образованию более однородной микро-структуры. Это обусловлено, надо полагать во-первых, возникновением искусственных зародышей структурообразования. В роли которых выступают частицы бентонита; во-вторых, связыванием свободных молекул воды, в-третьих, щелочным характером бентонита за счет содержащихся в его составе окислов железа, алюминия, кальция, магния и др. металлов, оказывающих каталитические воздействие на процесс отверждения МБС.

Отметим, что благодаря повсеместному активного взаимодействия ИПК с частицами бентонитового минерала, пористость



а)



б)

Рис. 3. Электроно-сканирующие фотоснимки полианилинового композита с добавкой (а) и без добавки Нуратинского бентонита (б). Увеличение 40000 раз ЭРСМ-20 N фирмы HITACHI (Япония).

уменьшается, а число крупных пор (трещины) полностью исчезают. Итак, прочность образца с бентонитовой добавкой повышается. Из рис. 4. видно, что прочность ИКМ зависит от содержания наполнителя и имеет экстремальный характер. Полученная кривая зависимости  $\sigma = \sigma(C_v)$  близка к статическим кривым распределения. В области структур, близких к оптимальной, кривая удовлетворительно следует параболической зависимости и практически симметрична. Максимум функции соответствует оптимальной структуре и любое отклонение от  $C_v^o$  (вправо или влево) означает отход от оптимальности. В статическом плане оптимальной структуре соответствует мини-

мальное значение отклонения показателей прочности.

Из представленных рисунков также можно заметить, что на начальном участке кривой нередко наблюдается спад ниже уровня прочности полимера, главным образом, из-за неоднородности структуры при малых дозах наполнителя. Результаты экспериментов далее показывают, что повышение степени наполнения приводит к увеличению количества кластеров, следовательно, к увеличению доли межфазного слоя. При этом наблюдается увеличение прочности композита ( $C_v \geq 2 \div 3$ ). Было установлено, что с дальнейшим увеличением количества наполнителя отмечается еще большее сближение частиц, их агрегирования и в итоге уменьшения толщины пленки ИПК межфазного слоя. Результаты свидетельствуют, что при более высокой степени наполнения ИКМ будет иметь тонкоплечное, а при оптимальных в двух объемно и тонкоплечном состояниях. Это обусловлено термодинамической метастабильности композита, что проявляется в экстремальных условиях изменении прочности.

Результаты исследования изменения прочности модифицированных ИКМ в зависимости от удельной поверхности добавки бентонита – (от 0,05 до 0,5  $m^2/g$ ) при неизменной степени наполнения  $C_v = 2$  показали следующее: бентонит с удельной поверхностью 0,28 – 0,33  $m^2/g$  является оптимальным для ИКМ. При этом прочность ИКМ в зависимости от содержания ИПК – 5-10% по массе межфазной структуры (МФС) изме-

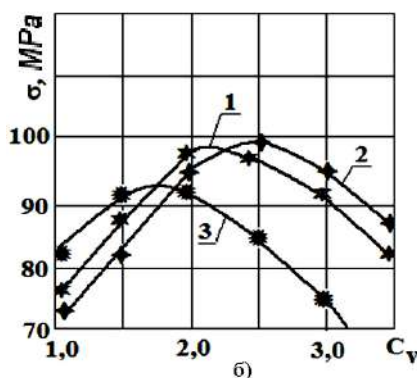
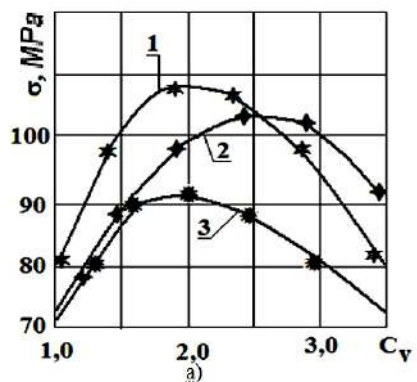


Рис. 4. Зависимость прочности ИКМ от степени наполнения ( $C_v$ ): а, б – соответственно через 7–30 суток, 1- 5% добавки; 2 – 10%, 3 – без добавки БТ. Температура 26 $^{\circ}C$ .

Таблица 1

Степень отчистки отходящих газов от количество интерполимеркомпозитного сорбента

№	Время сорбции, t	Кон-я отход. газов до ИПК сорбента, $g/экв \cdot m^3$	Конц-я отход. газов после ИПК, $g/экв \cdot m^3$	Гр. количество ИПК сорбента в абсорбере
1	1	1,67	0,00167	1500
2	8	1,67	0,00167	-    -
3	16	1,67	0,00167	-    -
4	24	1,67	0,00167	-    -



няется соответственно в возрасте  $7 d - 95$  и  $98 MPa$ ; а в  $30 d - 107$  и  $110 MPa$ .

Способность таблетироваться, нерастворимость в воде и большинстве органических растворителей позволяет использовать полианилиновых композиции в качестве сорбентов газообразных отходов химических заводов.

Нами полученный полианилиновый сорбент был опробован для очистки и улавливания кислых, отхо-

дящих газов. Из табл. 1 видно, что гранулы интерполимерного комплекса эффективно улавливает пары  $HF$ ,  $HCl$ . При этом, концентрация отходящих газов после интерполимерного сорбента уменьшается в 1000 раз.

Таким образом, возможность многократного использования и дешевизна полианилиновых сорбентов открывает перспективы их практического использования.

#### Библиографический список

1. G.Du, J. Avlynov, C.Y.Wu, K.G.Reimer, A.Benatar, MacDiarmid, and A.J. Epstein. *Thermal characterization of doped polyaniline and its composites. Synth. Met. Volume – 85, p 1339-1410. 2005.*
2. Dennis E.Taliman, Gordon G. Wallace. *Preparation and preliminary characterization of a poly(4-vinylpyridine) complex of a water – soluble polyaniline Synthetic Metals, Volume 90, Issue 1, Oktober 2013, p 13-18.*
3. Aysegul Gok, Bekir Sari, Muzaffer Talu. *Synthesis and characterization of conducting substituted polyanilines. Synthetic Metals, Volume 142, Issues 1-3, 13 April 2014, p 41-48.*
4. John M. Kinyanjui and David W. Hatchett. *Chemical Synthesis of a Polyaniline/Gold Composite Using Tetrachloroaurate. Chem. Mater.. 2014. 16 (17), p 3390–3398.*
5. Shengjun Tian, Jianyun Liu, Tao Zhu, and Wolfgang Knoll. *Polyaniline/Gold Nanoparticle Multilayer Films: Assembly, Properties, and Biological Applications. Chemistry of Materials. 2014 16 (21), p 4103–4108.*
6. Sunil K. Pillalamarri, Frank D. Blum, Akira T. Tokuhira, and Massimo F. Bertino. *One-Pot Synthesis of Polyaniline–Metal Nanocomposites. Chemistry of Materials 2015 17 (24), p 5941–5944.*
7. Chien-Hsin Yang, Yi-Kai Chih, Hsyi-En Cheng, Cheng – Ho Chen. *Nanofibers of self – doped polyanilines. Polymer, Volume 46, Issue 24, 21 November 2016, p 10688-10698.*

УДК 621:753.5, 621:763

© Норхужаев Ф.Р., Норхужаева Р.Ф., Аликулов А.Х. 2018 г.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИЙ



**Норхужаев Ф.Р.**,  
заведующий кафедрой  
“Обработка металлов давлением”  
ТашГУ им. И. Каримова,  
докт. техн. наук, доцент.



**Норхужаева Р.Ф.**,  
ассистент кафедры  
“Технология машиностроения”  
ТашГУ им. И. Каримова.



**Аликулов А.Х.**,  
магистрант I - курса,  
механического факультета  
ТашГУ им. И. Каримова.

*Maqolada turli metallarga ishlov beruvchi va boshqa asboblarni uchun metall qatlamli kompozitsiyalarni modeli gazga aylantiruvchi quymakorlik usulida ishlab chiqarishning texnologik asosini yaratish asoslari ko'rib chiqilgan. Asbobsozlik va quymakorlik konstruksion po'latdan iborat birikmadan tashkil topgan quymakorlik konstruksion po'lat – ishchi qo'yimadan iborat turdagi metall qatlamli kompozitsiya olingan. Issiqqabardosh bo'lmagan asbobsozlik po'latidan iborat qattiq ishchi elementli metall qatlamli kompozitsiyani mikrostrukturasi tadqiq qilingan. Metall qatlamli kompozitsiyada birikmani shakllanishining mexanizmi ishlab chiqilgan.*



**Tayanch iboralar:** metall qatlamli kompozitsiya, modeli gazga aylanuvchi quymakorlik usuli, metallarga ishlov beruvchi, yerga ishlov beruvchi va burg'ilash asboblari, tezkesar va konstruksion po'latlar, molibden va uning qotishmalari, dumaloq plashka, oraliq qatlam, flyus, qattiq qotishma – po'lat, molibden qotishmasi – po'lat, siklik yuklanish, burg'ilash koronkasi, dolota, kukunsimon qattiq qotishmalar, quyma, birikmaning shakllanish mexanizmi, makro- va mikrostruktura tadqiqotlari.

The article deals with the creation of the technological basis the production of lost foam casting metal layered compositions for various metalworking and other tools. A metallic layered composition, such as a foundry structural steel, is produced, which is a joint between the tool and foundry structural steels. Microstructural studies of metallic layered compositions with a solid working element from non-heat-resistant tool steel have been carried out. A mechanism has been developed for the formation of a compound of metallic layered compositions.

**Key words:** metal layered composition, lost foam casting, metalworking, tillage and drilling tools, high-speed and structural steel, molybdenum and its alloys, round die, intermediate layer, flux, hard alloy metal-steel, molybdenum alloys - steel, cyclic load, drill bits, chisels, powdered solid alloys, insert, mechanism of formation of a compound, macro- and microstructure studies.

Получение металлической слоистой композиции типа литейная конструкционная сталь - рабочая вставка возможно в случае сопоставимости физико-механических характеристик материалов. Композиции такого типа представляют собой соединение между инструментальными и литейными конструкционными сталями. Основным преимуществом этого класса соединений является сокращение расхода легированных инструментальных сталей благодаря частичной замене их более доступными конструкционными сталями, и снижение трудоемкости изготовления штампового и многолезвийного режущего инструмента сложного профиля.

Разработаны оригинальные технологии получения ряда металлических слоистых композиций целевого назначения для металлообрабатывающих, почвообрабатывающих и буровых инструментов [1-3].

В настоящее время в условиях интенсификации производства при выпуске качественных изделий разработка металлических и неметаллических композиций с высокими механическими свойствами является одной из важнейших задач производства.

В настоящее время важное значение имеет повышение экономической эффективности отраслей экономики по созданию нового состава производимых материалов; эффективное и экономическое совершенствование технологий получения изделий методом литья имеет важное значение для повышения показателей народного хозяйства.

Для изготовления металлических слоистых композиций необходимо выполнение следующих основных технологических приемов: подготовка пенополистирола для изготовления пеномодели; изготовление пеномодели инструмента; подготовка рабочего элемента; подготовка и получение отливки; получение инструмента [1-3].

Получение металлической слоистой композиции типа литейная конструкционная сталь - рабочая вставка возможно в случае сопоставимости физико-механических характеристик материалов.

Композиции такого типа представляют собой соединение между инструментальными и литейными конструкционными сталями. Основным преимуществом этого класса соединений является сокращение расхода легированных инструментальных сталей благодаря частичной замене их более доступными конструкционными сталями, и снижение трудоемкости изготовления штампового и многолезвийного режущего инструмента сложного профиля [1-3].

Композиция «нетеплостойкая инструментальная сталь - литейная конструкционная сталь» выбрана для изготовления круглых плашек - матриц. Анализ соотношения геометрических параметров рабочих элементов и корпусов инструмента позволил установить, что для данного класса инструментов толщина вставки в зоне контакта с расплавом должна составлять 2-5 мм.

Проведены микроструктурные исследования по применению металлических слоистых композиций с твердым рабочим элементом из нетеплостойкой инструментальной стали. В процессе исследования металлической слоистой композиции сталь 9ХС - сталь 40ХЛ было опробовано производство круглых плашек М18х2 и М42. В композициях в качестве промежуточного слоя использовались различные флюсы ( $Na_2B_2O_7$  и др.) [1].

Как было указано ранее, для изготовления сложного многолезвийного инструмента использовались композиции теплостойкие, быстрорежущие стали - литая конструкционная сталь. Специфичность эксплуатации данного класса инструмента обусловлена, в том числе, высокими требованиями к корпусу инструмента, работающего в условиях динамических и циклических нагрузок (стали 40ХЛ, 40ХГЛ, 40ХГФЛ). В качестве теплостойких инструментальных сталей выбраны: Р6М5, 10Р6М5-МП, Р6М5К5 и другие.

Вариант с промежуточным слоем является практически единственным для композиций, составляющие которых существенно отличаются по физическим характеристикам. К этим композициям относятся твердые сплавы - сталь, молибденовые сплавы - сталь. Для штампового инструмента



(матрицы для горячего прессования металлов) и бурового инструмента (буровые коронки, долота и буровые шарошки) использовались вставки из твердых сплавов, предназначенные для паяного инструмента. Для создания композиций в качестве материала промежуточного слоя использовались сплавы системы  $Cu-Ni-Mn$ ,  $Cu-Ni$  с толщиной 0,2 – 0,6  $mm$ , напыленные плазменным способом.

Как было указано выше, для корпуса инструментов использовались литейная конструкционная сталь, а в качестве его основной рабочей части молибден и его сплавы (МЧ, ВМ и Мо-ТiС), а также твердые сплавы группы ВК и ТК.

Механизм формирования, состав, строение, физико-механические свойства металлических слоистых композиций типа “нетеплостойкая сталь – конструкционная сталь”, “теплостойкая сталь – конструкционная сталь”, “твердый сплав – конструкционная сталь” и “молибден и его сплавы – конструкционная сталь” исследовались всесторонне (рис. 1) [1-3].

Исследование металлических слоистых композиций типа “Инструментальный материал – конструкционная сталь” подтвердило получение сплошных соединений.

Предлагаемый вариант технологии изготовления МСК с легкоплавким рабочим элементом предназначался главным образом для изготовления почвообрабатывающих инструментов различных типов. В данном случае порошкообразные твердые сплавы на связующем наносятся в виде пасты или размещаются в форме заранее изготовленных вставок

в специально подготовленной полости. Температура расплава в момент заливки 1650-1700 $^{\circ}C$ . Применение борсодержащих соединений с целью изготовления различных композиционных материалов, имеющих высокий уровень механических, тепловых, электрических и других свойств, получает довольно широкое распространение, в первую очередь, путем использования самих борсодержащих соединений. Следует отметить, что комплексом особо ценных физико-механических свойств обладает карбид бора. “Вставками” служили сплавы системы  $Fe-Cr-C$ ; а именно ПГ-С27 и ПГ-С27-ТН-20, а в качестве несущей основы литейная конструкционная сталь 65ГЛ. В данном случае покрытие – “вставка” полностью проплавляется с сохранением корочки [3].

Толщина покрытия в композициях ПГ-С27 – сталь 65ГЛ, ПГ-С27-ТН-20 – сталь 65ГЛ колебалась в пределах 2,8-3,2  $mm$ . Нарушение сплошности в переходной зоне не обнаружено.

Результаты рассмотрения механизма и особенностей формирования соединения всех типов позволили предсказать ход процесса и выбрать технологические условия создания таких композиций.

Результаты макро- и микроструктурного исследований композиций показали, что нарушение сплошности в переходной зоне не обнаружено. Показатели микронзондовых исследований композиций характеризуются высокими глубинами взаимного проникновения элементов  $Cr$ ,  $Ni$ ,  $W$  до 300  $mkm$  и глубже. Распределение микротвердости по поперечному сечению композиций показало, что наиболь-

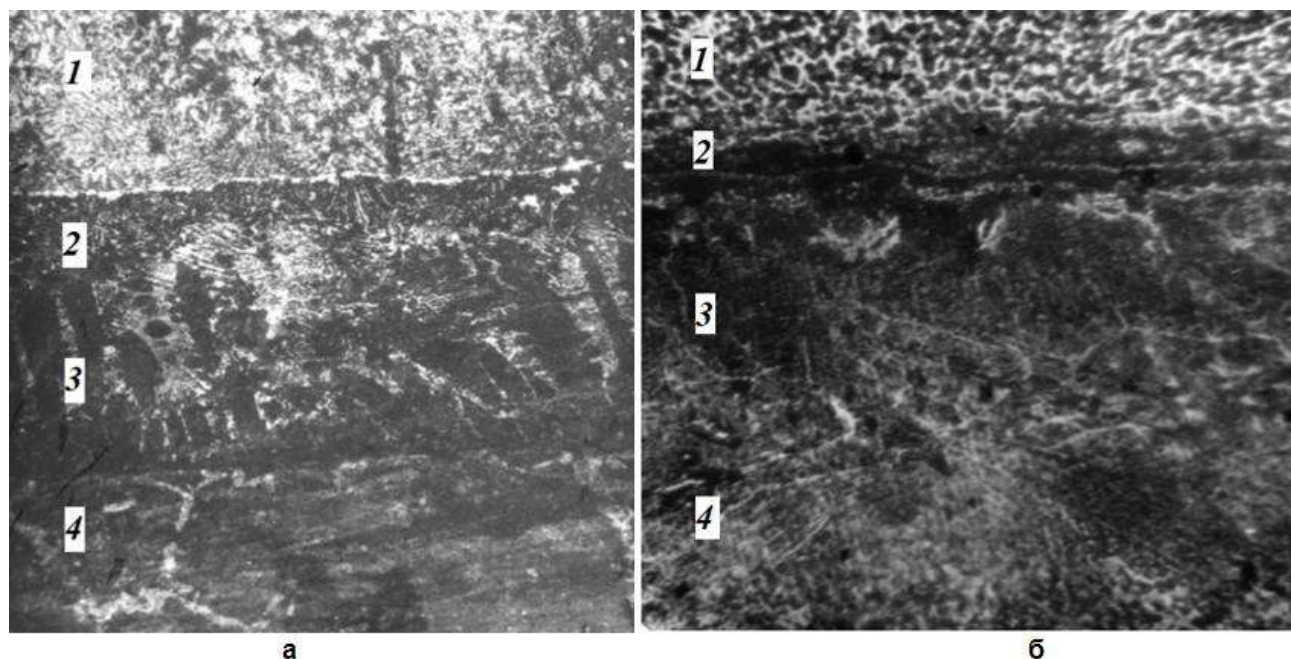


Рис. 1. Микроструктура переходной зоны металлических слоистых композиций: «спеченный сплав  $Mo-TiC$  – ПР-Н58Ф – литая конструкционная сталь 40ХНМЛ» (а), металлическая слоистая композиция «спеченный сплав  $Mo-TiC - Ni$  – литая конструкционная сталь 40ХНМЛ» (б). X150. 1 – зона миграции; 2 – зона на основе материала переходного слоя; 3 – корочка; 4 – зона науглероживания.



шую твердость (1100-1400 *HV*) имеет карбидная подзона, далее - кривая твердости монотонно снижается в эвтектической и доэвтектической подзонах и достигает минимума в области корочки и области науглероживания, 250...350 *HV*.

Учитывая и обобщая результаты проведенных исследований всех типов композиций, можно представить механизм и особенности формирования соединения между элементами композиций при участии промежуточного слоя.

Определен механизм и установлены особенности формирования соединения между элементами металлических слоистых композиций, по которому при контакте расплава конструкционной стали с поверхностью вставки – рабочего, режущего элемента происходит кристаллизация с образованием твердой корочки с последующим расплавлением материала промежуточного слоя и взаимодействия образующегося расплава с ограничивающими его твердыми поверхностями: с одной стороны инструментального материала, с другой – стали. В результате формируется переходная зона композиции, имеющая сложную структуру и фазовый состав, включающие продукты взаимодействия между элементами расплава и основными составляющими композиции.

На основе проведенных исследований (изучение микроструктуры, микротвердости, распределения элементов в переходной зоне, рентгенофазовый анализ) разработаны технологии получения ряда металлических слоистых компози-

ций для металлообрабатывающих и почвообрабатывающих инструментов. Анализ механизма и особенностей формирования соединений всех полученных типов металлических слоистых композиций позволяет предсказывать ход процесса и выбирать технологические условия для создания металлических слоистых композиций с заданными свойствами.

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- выявлен механизм взаимодействия жидкого металла с поверхностью вставки в металлических слоистых композициях. Эти механизмы будут полезны в перспективе при создании металлических слоистых композиций;

- разработаны условия формирования переходной зоны между составляющими металлических слоистых композиций. Это имеет важное значение при формировании металлических слоистых композиций;

- разработаны технологические основы подготовки рабочих элементов из инструментальных материалов, необходимых и достаточных для формирования надежной работоспособной композиции. Эти технологические основы играют важную роль при получении металлических слоистых композиций;

- разработаны оригинальные технологии получения ряда металлических слоистых композиций целевого назначения для металлообрабатывающих, почвообрабатывающих и буровых инструментов.

#### Библиографический список

1. Норхуджаев Ф. Р. Исследование металлических слоистых композиций для металлообрабатывающих инструментов // *Композиционные материалы*, 2013. - №1. -С. 59 – 61.
2. Norknudjaev F. R., Nazarov A. M., Yakubov L. E. Sintered powder composition on the basis of Mo – TiC. *India. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and technology*, 2016. - Vol.3, Issue 7, July. pp. 2347-2350.
3. Норхуджаев Ф. Р., Мавлонова С. Ф. Повышение износостойкости и долго-вечности лемехов ярусных плугов для обработки почвы // *Композиционные материалы*, 2016. - №1. -С. 70 -74.





## ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА ПОГЛОЩЕНИЕ ЗВУКА В КРИСТАЛЛАХ НИОБАТА ЛИТИЯ



**Асраров Ш.А.**,  
заведующий кафедрой  
«Естественные науки»  
Самаркандского филиала ТУИТ,  
канд. физ.-мат. наук.

*Ushbu maqolada akustooptika va akustoelektronikada keng qo'llaniladigan toza niobat litiy kristallari tarkibiga turli xil metall kirishmalarining kiritilishi natijasida tovush to'lqinlarining yutilishi xususiyatlarining o'zgarishi o'rganilgan. Kirishmali niobat litiy kristallarida tovush to'lqinlari yutilish koeffitsientining chastotaga bog'liqligi yuzasidan olingan natijalar Axiezer mexanizmi yordamida tahlil qilingan.*

**Tayanch iboralar:** *Segnetoelektriklar, akustooptika, akustoelektronika, materiallarni legirlash, kirishmalar, tovush yutilish koeffitsienti, akustoion o'zaro ta'sir, Axiezer mexanizmi, chastotaviy bog'lanish, issiqlik fononlari.*

*The properties of the absorption of sound waves in lithium niobate crystals with various metallic impurities, which are widely used in acousto-optics and acoustoelectronics is consider in this article. The results obtained by the frequency dependences of the absorption coefficient of sound waves are discussed using the Akhiezer mechanism.*

**Key words:** *Ferroelectrics, acousto-optics, acoustoelectronics, alloying of materials, impurities, sound absorption coefficient, acoustoionic interaction, Axiezer mechanism, frequency dependence, thermal phonons.*

Сегнетоэлектрические кристаллы ниобата лития ( $LiNbO_3$ ) широко используемые в линейной оптике, акустоэлектронике и пьезотехнике [1], характеризуется высокой чувствительностью к изменениям структуры [2]. Это дает возможность эффективно управлять физическими свойствами данных кристаллов. Одним из способов управления является легирование материала определенными примесями. Влияние примесей  $Fe$ ,  $Mn$ ,  $Ni$ ,  $Cr$ ,  $Mg$ ,  $Cu$  на некоторые электрические, оптические и пьезоэлектрические свойства ниобата лития исследовались в ряде работ [3-4]. Установлено, что указанные примеси по-разному изменяют физические свойства  $LiNbO_3$ , так если примеси  $Fe$ ,  $Ni$ ,  $Cu$  увеличивают значение оптического показателя преломления, то примеси  $Mn$  и  $Cr$  – уменьшают его. Из работ [4] следует, что наблюдаемые различия в свойствах легированных кристаллов ниобата лития могут быть обусловлены различными механизмами замещения примесных ионов в кристаллической решетке  $LiNbO_3$ .

Легирование кристаллов должно также сказываться на акустических параметрах. Примеси могут уменьшать величину поглощения звука по механизму Ахиезера или увеличивать поглощение за счет добавления акустоионного взаимодействия. Изменение поглощения отражается на применимости ниобата лития в акустооптике, в качестве звукопроводов и др.

В связи с этим представляется актуальным изучение влияния металлических примесей на акустические параметры ниобата лития.

Кристаллы ниобата лития относятся к гексагональной сингонии – класс точечной симметрии  $3m$  [1]. Наиболее совершенными являются образцы, выращенные из шихты конгруэнтного состава [2].

Исследования поглощения ультразвука проводились на монокристаллах ниобата лития, чистых (конгруэнтного состава) и легированных примесями меди до 0,1 вес%, хрома до 0,1 вес% и никеля 1 вес%. Концентрация примесей дана для шихты. Изучаемые образцы представляли собой параллелепипеды, ориентированные вдоль оси  $z$  с точностью  $\sim 1^0$  и со средними размерами  $5 \times 5 \times 10 \text{ mm}^3$ . Продольные и поперечные волны возбуждались вдоль оси  $z$  за счет собственного пьезоэффекта  $LiNbO_3$ . Однако в связи с малым поглощением продольных акустических волн измерения коэффициента поглощения для них не производились из-за невысокой точности, связанной, в основном, с малыми размерами образцов. Точность определения коэффициента поглощения сдвиговых волн составляла  $\sim 10\%$ .

Полученные результаты для частотных зависимостей поглощения поперечного ультразвука при температурах 300 К и 473 К представлены на рис. 1 и 2.

Величина поглощения в чистых образцах  $LiNbO_3$  хорошо согласуется с литературными данными [5-7]. Из рис. 1 следует, что при комнатной температуре поглощение звука в образце, легированном медью, незначительно превышает поглощение в чистом кристалле. Тогда как, поглощение в образцах  $LiNbO_3:Ni$  и  $LiNbO_3:Cr$  существенно меньше, чем в чистом нио-

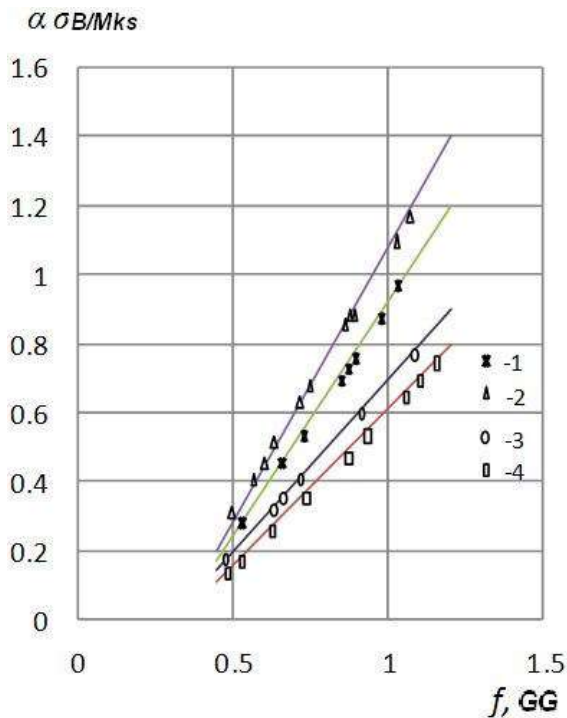


Рис. 1. Частотная зависимость коэффициента поглощения сдвиговых волн в кристаллах  $LiNbO_3$  чистом (1), легированных медью (2), хромом (3) и никелем (4) при температуре 300 К.

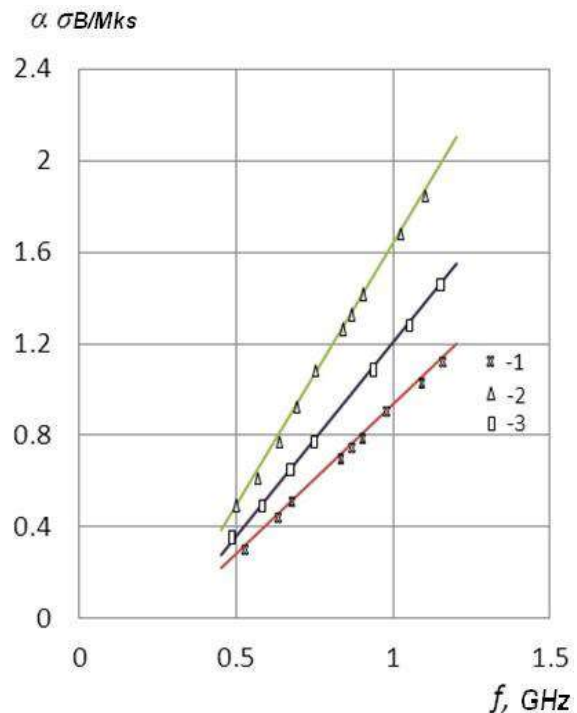


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента поглощения сдвиговых волн в кристаллах  $LiNbO_3$  чистом (1), легированных медью (2) и никелем (3) при температуре 473 К.

бате лития. При этом сохраняется квадратичная частотная зависимость коэффициента поглощения, указывающая на доминирующую роль ахиезеровского механизма поглощения.

Следует предположить, что примеси никеля и хрома является достаточно эффективными центрами рассеяния тепловых фоонов для того, чтобы обеспечить уменьшение жизни фоонов по сравнению с  $\tau_{ff}$ . данные для рассчитанных величин  $\frac{\alpha_s^2}{f^2}$  приведены в табл. 1.

При температуре 473 К поглощение в  $LiNbO_3:Cu$  значительно воз-растает относительно поглощения в чистом образце, в то же время поглощение в кристалле  $LiNbO_3:Ni$  практически сравнивается с поглощением в нелегированном ниобате лития. Второй факт можно интерпретировать как понижение с ростом

Таблица 1  
Расчетные данные  $\frac{\alpha_s^2}{f^2}$  для кристаллов  $LiNbO_3$ .

Образец	$\frac{\alpha_s^2}{f^2}, dB/mks * (GHz)^2 * 10^{-1}$	
	T = 300 K	T = 493 K
$LiNbO_3$	9,0±0,5	12±2
$LiNbO_3:Cu$	10,0±0,6	21±2
$LiNbO_3:Cr$	6,9±0,4	-
$LiNbO_3:Ni$	5,2±0,3	14,0±1,0

температуры относительной роли фонон-примесного рассеяния. Тогда как увеличение поглощения в образце с помощью меди скорее указывает на акустическую природу дополнительного вклада.

**Библиографический список**

1. Акустические кристаллы. – Под ред. М.П. Шаскольской – М. Наука, 1982, с.632.
2. Баласанян Р.Н., Габриэлян В.Т., Кокаян Э.П., Фельдвари И. Состав и однородность кристаллов  $LiNbO_3$  и их взаимосвязи с условиями выращивания. – Кристаллография, 1990, Т.35, №6, с.1540-1544.
3. Корради Г., Полгар К., Вихнин В.С., Довченко Л.Г., Зарицкий И.М. Спин – решеточная релаксация  $Mn^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$  и  $Cu^{2+}$  в  $LiNbO_3$  – ФТТ, 1984, Т.26, N1, с.252-254.
4. Корради Г., Полгар К., Бугай А.А., Зарицкий И.М., Ракитина Л.Г., Грачев В.Г., Дерюгина Н.И. Модели примесных центров  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  в  $LiNbO_3$  – ФТТ, 1986, Т.28., в.3, с.739-748.
5. Леманов В.В., Смоленский Г.А., Гиперзвуковые волны в кристаллах – УФН, 1972, Т.108, в.3, с.465-501.
6. Vajak I.L., Menab A., Richter J., Wikinson C.D.W. Attenuation of acoustik waves in litium niobate. – J. Acoust. Soc. Am., 1981, v.69 (3), p.689-695.
7. Wen C.P., Mayo R.E., Acoustik attenuation of a single – domain litium noibate crystal at microwave frequencies. – Appl. Phys. Lett., 1966, v.9, p.135-136.



## ЎЗБЕКИСТОНДА МИНЕРАЛ ЎҒИТЛАРНИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ҲОЛАТИ ВА ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИДАГИ АҲАМИЯТИ



**Умиров Ф.Э.**,  
НДКИ “Кимёвий технология”  
кафедраси доценти,  
техника фанлари номзоди.



**Муродова С.Д.**,  
НДКИ “Олий математика ва  
информатика” кафедраси  
катта ўқитувчиси.



**Жумақулова Г.Т.**,  
НДКИ “Кимёвий технология”  
кафедраси I – курс магистранти.

*В статье описывается текущее состояние производства минеральных удобрений в Узбекистане, спрос на минеральные удобрения и особенно роль местного сырья в производстве фосфорных удобрений из Центрально-Кызылкумского фосфорита. В частности, минеральные удобрения имеют необходимые характеристики в сельском хозяйстве для получения большого количества сельскохозяйственных культур. В частности, необходимо производить комплексные удобрения, содержащие свежий фосфор, для удовлетворения потребностей в фосфорных удобрениях.*

**Ключевые слова:** Минеральное удобрение, фосфорит, силвинит, азотных, фосфорных, калийных, аммофос, суперфос, фосфат и нитрокальций фосфат, сельское хозяйство, потребности, нормы.

*This article describes the current state of production of mineral fertilizers in Uzbekistan, the demand for mineral fertilizers and especially the role of local raw materials in the production of phosphorus fertilizers from the Central Kyzylkum phosphorite. In particular, mineral fertilizers have the necessary characteristics in agriculture for obtaining a large number of agricultural crops. In particular, it is necessary to produce complex fertilizers containing fresh phosphorus to meet the requirements for phosphate fertilizers.*

**Key words:** Mineral fertilizer, phosphorite, sylvinit, nitric, phosphoric, potassium, ammophos, superphosphate, phosphate and nitrocalcium phosphate, agriculture, needs, norms.

Ўзбекистон Республикаси ҳозирги кунда 25 млн. 736 минг *ha* белгиланган қишлоқ хўжалик ерларига эга, шу жумладан 4,3 млн. *ha* дан кўпроғи суғориладиган ерлардан иборат. Республикада айни суғориладиган ерлардан барча қишлоқ хўжалик маҳсулотларининг 97% олинади. Дунёда пахта ишлаб чиқариш бўйича Ўзбекистон 5-ўринда туради. У ўзининг ғалла маҳсулотлари бўйича охириги йилларда 6,1 млн. *t* дан кўпроқ бошокли экинлари билан асосан бугдой етиштириш мустақиллигига эришди. Аҳолиси тез ўсадиган мамлакат сифатида, Ўзбекистонда 1975 йилда 14 млн. 79 минг одам истиқомат қилган бўлса, ҳозирги вақтда эса 32,4 млн. аҳоли яшайди. Сув танқислиги сабабли, суғориладиган шудгор ерларни кўпайтириш имкониятлари, сувнинг етишмовчилиги натижасида камдир. Аҳоли жон бошига ҳисобланганда ҳам юқори бўла олмайди. 1970 йилда ҳар бир одамга 0,22 *ha* суғориладиган ерлар тўғри келган бўлса, ҳозирги кўрсаткичларда эса 0,14 *ha* га пасайган [1]. Бундай шароитларда мамлакатнинг ўсиб бораётган

аҳолисини, қишлоқ хўжалик ишлаб чиқарилишини фақат жадаллаштириш, ўсимликлар ҳосилдорлигини ошириш ва уни кимёлаштириш ҳисобига қоплаш мумкин.

Минерал ўғитларнинг ҳар бир тоннаси 5-6 нафар одамни маҳсулотлар билан озиклантиришини таъминлаши аниқланган. Ишлаб чиқаришга ва ўғитларнинг ишлатилиши бўйича сарф харажатлар 2-3 марта кўшимча қишлоқ хўжалик маҳсулотлари ҳисобига қопланади. Минерал ўғитларнинг ишлатилиш шарофати билан қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлиги ўртача 40-50% ўсишини таъминлайди. Ўсимликларни ҳимоя қилишда минерал ўғитларнинг ва ҳимоя воситаларининг ишлатилиш унуми на фақат ҳосилдорликни кўтаришга ва маҳсулотни сақланишида ифодаланмай, балки қишлоқ хўжалигида меҳнат унумдорлигини салмоқли ўсиши билан ҳам ифодаланади. Бу эса, қуйидагиларда кўринади: сайёрамизда 1900 йилдан токи 1940 йилгача бўлган даврда қишлоқ хўжалигида иш унумдорлиги 60% га ўсган бўлса, 40 йиллардан



кейинги 1980 йилларда эса кимёлаштириш воситаларининг кенг ишлатилиши туфайли 11 маротабага купайган [4]. Шунинг учун ҳам Ўзбекистонда кишлоқ хўжалигига ишлатиладиган йирик кимё саноатининг тармоқлари барпо этилган. Булардан, учта акционерлик жамияти: “Максам-чирчик”, “Навоийазот” ва “Фарғонаазот” аммиакли селитра, карбамид ва аммоний сульфатли ассортиментлардан иборат азотли ўғитларни ишлаб чиқармоқда. Олмаликда “Аммофос-максам” акционерлик жамияти, Самарқанд кимё ва Кўкон суперфосфат корхоналари аммофос, суперфос, аммонийсульфатфосфат, нитрокальцийфосфат ва оддий аммонизацияланган суперфосфатли ассортиментлардан иборат бўлган фосфор тутувчи ўғитлар ишлаб чиқарилмоқда. Навоий “Электрокимё” заводи турли кўринишдаги ўсимликларни химоя қилишда кимёвий воситалар ва озроқ миқдорда оддий аммонизацияланган суперфосфат ишлаб чиқаради. Республикамизда калийли ўғитлар охириги йилларгача етиштирилмаган эди, ҳозирги вақтда Дехқонобод калийли заводида йилига ҳажми 200 минг *t* бўлган калийли ўғит ишлаб чиқарилмоқда ва Республикамизнинг калийли ўғитларга бўлган эҳтиёжини тўлиқ қоплаб, четга ҳам сотилиши таъминланган.

2015 йилда Ўзбекистондаги кимё саноати корхоналари 870,73 минг *t* азотли, 148,5 минг *t* фосфорли ўғитлар (100% озуқали моддага ҳисоблаганда) ва 200 минг *t* калийли ўғитлар ишлаб чиқарган. Республикамизда 2017 йилга келиб кишлоқ хўжалигига бўлган талаб, (100 % озуқали моддага ҳисоблаганда) 889,58 минг *t* азотли, 525,21 минг *t* фосфорли ва 278,92 минг *t* калийли ўғитларни ташкил этган. Агар кишлоқ хўжалигига азотли ўғитлар ишлаб чиқариш ҳажми бўйича талаб ортган бўлса, фосфорли ўғитлар бўйича эса эҳтиёждан анча узокроқдир. Бундан келиб чиқадики, 1 *ha* суғориладиган ерларга бизда (соф ҳолда) - 233,4 *kg* азот, -39,8 *kg* фосфор ва -6,7 *kg* калий тўғри келади. Бунда минерал ўғитларни илмий асосланиб берилган меъёри остида ғалла, бошоқли экинларни суғоришда асосан кишлоқ хўжалик экинларига (соф ҳолда) - 100-120 *kg/ga* фосфор ва 50 *kg/ga* калий, сабзавот экинлари остига - 100-110 *kg/ga* фосфор ва -70-75 *kg/ga* калий, гуруч остига - 140-145 *kg/ga* фосфор ва -150-180 *kg/ga* калийли ўғитлар киритиш талаб этилади [2].

Фосфорли ўғитларнинг етишмовчилиги ва калийли ўғитларнинг амалий жиҳатдан қатнашмаслиги шунга олиб келадик, ўртача пахта ҳосилдорлиги бизда гектарига жами 26 *q* ни ташкил қилади. Ўзбек илмий текшириш институти олимлари билан узок йиллар давомидаги пахтачилик соҳасидаги тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ғўза ўғитсиз етиштирилганда - гектарига 12 *q* пахта хомашёсини беради, лекин гектарига 225 *kg* азот, 150 *kg* фосфор ва 100 *kg* калий ишлатилса 30-35 *q/ga* кафолатланган ҳосилдорлик билан таъминланади.

1 – жадвал

**Кишлоқ хўжалик экинлари остига минерал ўғитларнинг илмий асосланиб яқинлаштирилган меъёрлари (*kg/ga* 100% озуқали моддага).**

Кишлоқ хўжалик экинлари	Азотли	Фосфорли	Калийли
Бошоқли ғалла:			
Сўғориладиган	150-200	100-120	50
Лалмикор	50-60	40-50	-
Маккажўхори дониға	180-220	12-10	85-90
Гуруч	200-220	140-145	150-180
Пахта:			
Ўртача толали	215-240	145-165	95-110
Ингичка толали	230-250	155-165	100-110
Каноб	160-180	130-140	80-90
Тамаки	120-150	80-100	40-45
Картошка	120-150	85-100	60-75
Сабзавотлар	145-200	100-110	70-75
Полиз	50-75	100-110	45-50
Илдиз мевали озуқалар	220	90	60
Чорвабоп хашакли маккажўхори	200	90	60
Мева берувчи боғлар	120-130	85-90	65
Мева берувчи тоқзорлар	135-140	90-95	70

Фосфорли ва калийли ўғитларнинг танқислиги туфайли, тупроқ таркибидан ҳосил билан бирга катта миқдордаги озуқа элементлар чиқиб кетади. Маълумки 1 *t* пахта хомашёси учун тупроқдан йилига (соф ҳолда) - 45 *kg* азот, -15 *kg* фосфор ва -45 *kg* калий, 1 *t* буғдой эса тупроқдан йилига -35 *kg* азот, -10 *kg* фосфор ва -24 *kg* калий олиб чиқади [3]. 3 млн. *t* пахта хомашёсини ва 6,1 млн. *t* буғдойни ёппасига йиғиб териб олишда фақат ана шу иккита экиндан, яъни тупроқдан йилига ҳосил билан бирга 348,5 минг *t* азот, 106 минг *t* фосфор ва 281,4 минг *t* калийни олиб чиқиб кетади. Бошқа экинлар ҳам шу каби тупроқ таркибидан катта миқдорда озуқа элементларини олиб чиқиб кетади. Уларни тупроқда етишмовчилигини тўлдириш зарур.

Ўсимликларни минерал ўғитларнинг озуқали моддаларидан фойдаланиш коэффициенти паст эканлигини ҳам эсдан чиқармаслик керак. Азотли ва калийли ўғитлардан ўртача 60-70 %, фосфорли ўғитлардан эса йилига 20-25% атрофида кейинги 2-3 йил ичида эса тахминан 40 % ишлатилмоқда. Фосфорли ўғитларни кам ишлатилиши шунга олиб келадик, тўпроқда фосфорли бирикмалар ҳаракатсиз ёки кам ҳаракатсиз ҳолатда бўлганлиги сабабли, ўсимлик илдизига тўлиқ ютилмайди, шунинг учун ҳам фосфорли ўғитларни хоҳлаган зарурий миқдорда олиш мақсадида кўшимча ҳосилдорликни кўтариш учун фосфорнинг киришини 4-5 марта (айрим экинларда) оширилади [3]. Бу эса шундан далolat берадики, Ўзбекистонда фосфорли ва калийли ўғитлар ишлаб чиқариш миқдорини зарурий ўстириш керак экан. Табиийки, фосфорли ўғитлар ишлаб чиқариш ҳажмини кўпайтириш учун Қизилқум фосфорит комбинатининг кувватини ошириш талаб этилади. Комбинат асосан Қизилқум фосфоритларини янги конларидан казиб олади. Бу фосфоритлар фойдали модда ҳисоби бўйича



2 – жадвал

Минерал ўғитларнинг агротехник муддатларига кўра йиллик тақсимланиш меъёри (%, йиллик меъёри ҳисобидан).

Экинлар	Ўғит тури	Солиш муддати (соф ҳолда)					
		Ҳайдалган ер остида	Экишдан олдин	Экиш билан	Ўғитлашда		
Ғўза	<i>N</i>	-	25	5	20	25	25
	<i>P</i>	60-70	-	15-20	-	-	15-20
	<i>K</i>	50	-	-	-	50	-
Бошоқли ғалла	<i>N</i>	-	15	-	40	45	-
	<i>P</i>	100	-	-	-	-	-
	<i>K</i>	100	-	-	-	-	-
Маккажўхори дониға	<i>N</i>	-	30	-	35	35	-
	<i>P</i>	50	-	-	-	50	-
	<i>K</i>	50	-	-	50	-	-
Гуруч	<i>N</i>	-	30	-	40	30	-
	<i>P</i>	-	70	-	-	30	-
	<i>K</i>	-	50	-	-	50	-
Сабзавотли	<i>N</i>	-	30	-	35	35	-
	<i>P</i>	75	-	25	-	-	-
	<i>K</i>	100	-	-	-	-	-
Мева берувчи тоқзорлар	<i>N</i>	50	-	-	25	25	-
	<i>P</i>	50	-	-	25	25	-
	<i>K</i>	50	-	-	25	25	-

фосфорли хомашё сифатида камбағал ҳисобланади, чунки таркибида кераксиз кўшимчали аралашмалар қаторидан иборат. Марказий Қизилқум фосфоритли унларидан олинган концентранган фосфор тутган ўғитлар, амалий жиҳатдан кислота билан қайта ишлашга яроқсиздир. Калцийли модулнинг юқори бўлиши кислотали реагентнинг ортиқча сарфланишига олиб келади. Карбонатларнинг юқори миқдорда бўлиши эса кўп миқдордаги кўпик ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Хлорнинг меъеридан зиёд бўлиши металлни шиддатли коррозияга учрашишига сабаб бўлади. Қизилқум фосфоритлари фосфат минералини калций карбонат билан ўзаро зичлиги туфайли флотация усули билан бойитишга мос эмас.

Қизилқум фосфорит комбинати руда казиб олиш, майдалаш, таснифлаш, хомашёни хлордан ювиш ва карбонатларни парчалаш учун куйдириш усули ёрдамида карбонат ангидритни ажратиб ташлашни амалга оширади. 2006 йилдан бўён бу корхона йилига 400 минг *t* ювиб куйдирилган (28-30%  $P_2O_5$ ) фосфоконцентратдан “Аммофос-максам” акционерлик жамияти учун концентранган фосфорли ўғитлар олишни, Кўкон суперфосфат заводи учун йилига 200 минг *t* ювиб қуририлган фосфоконцентратидан аммонизацияланган (18-19%  $P_2O_5$ ) суперфосфат ва Самарқанд кимё суперфосфат заводи учун нитрокальцийфосфат ўғити ишлаб чиқаришда йилига 200 минг *t* фосфорит уни (16-18%  $P_2O_5$ ) олишни тайёрлайди. Ҳозирги вақтда комбинат кўрсатилган миқдордан кўпроқ хомашё етказиб бермоқда. Руданинг ўртача минералогик таркибини (%): франколит – 56,0; калцит – 26,5; кварц – 7,5-8,0; гидрослюда минераллари ва дала шпатлари – 4,5; гипс – 3-5; гетит – 1,0; цеолит < 1,0, органик

моддалар эса - 0,5 % га яқин ташкил қилади [4].

Фосфат моддасининг ўртача кимёвий таркибини (%):  $P_2O_5$  – 32,10;  $CaO$  – 48,34;  $CO_2$  – 5,0;  $F$  – 3,19;  $MgO$  – 0,04;  $Al_2O_3$  – 0,2;  $Fe_2O_3$  – 0,18;  $Na_2O$  – 0,10;  $K_2O$  – 0,05;  $SO_3$  – 0,08;  $SiO_2$  – 0,05 ташкил қилади [12]. Унинг зичлиги 2,96 – 3,2  $g/sm^3$ , синдириш кўрсаткичи 1,596 – 1,621 га тенг. Донадор фосфоритдаги фосфат моддаси адабиётларда “курсит” деб номланадиган карбонатфторпатитга тўғри келади.

Чикинди сифатида ишлаб чиқаришда яқин вақтгача, яъни қачонки уларни қайта ишлайдиган яроқли технология топилмагунча минераллаштирилган масса ва чангли фракция йиғиллаверади. Тақдим этилган минераллаштирилган намуна массада куйидагилар тутади (%; оғирлик); 14,68  $P_2O_5$ ; 40,8  $CaO$ ;  $CaO: P_2O_5=2,78$ ; 1,17  $Al_2O_3$ ; 1,37  $Fe_2O_3$ ; 0,53  $MgO$ ; 1,85  $F$ ; 12,84  $CO_2$ ; чангли фракция таркиби (%; оғирлик); -18,54  $P_2O_5$ ; 44,72  $CaO$ ;  $CaO: P_2O_5=2,41$ ; 0,95  $Al_2O_3$ ; 0,85  $Fe_2O_3$ ; 0,80  $MgO$ ; 2,22  $F$ ; 14,8  $CO_2$ .

2010 йилда “Аммофос-максам” акционерлик жамияти соф ҳолатда 139,4 минг *t* аммофос, (10%  $N_2$  ва 46%  $P_2O_5$ ) ёки 65,6 минг *t* 100% ли  $P_2O_5$ , 218,1 минг *t* супрефос, (8-15 %  $N_2$  ва 20-24%  $P_2O_5$ ) ёки 53,3 минг *t* 100% ли  $P_2O_5$  ва 1,44 минг *t* аммоний суперфосфат (15-19 %  $N_2$  ва 20-24 %  $P_2O_5$ ) ёки 0,36 минг *t* 100% ли  $P_2O_5$ . Самарқанд кимё заводи соф кўринишда 30,72 минг *t* нитрокальцийфосфат ўғитлари (6 %  $N_2$  ва 16 %  $P_2O_5$ ) ёки 4,9 минг *t*  $P_2O_5$ . Кўкон суперфосфат заводи ҳам худди шундай соф ҳолатда 168, 5 минг *t* оддий аммонизацияланган суперфосфат (1,5 %  $N_2$  ва 13,5%  $P_2O_5$ ) ёки 22,9 минг *t*  $P_2O_5$  етказиб берган. Худди шундай Навоий “Электрокимё” заводи камроқ миқдорда 1,44 минг *t* 100 % ли оддий суперфосфат ишлаб чиқарган.



Ҳаммаси бўлиб умумий мураккабликда 100%  $P_2O_5$  га ҳисобланганда 148,5 минг  $t$  фосфор тутган ўғитлар ишлаб чиқарилган.

Супрефос, аммоний суперфосфат ва нитрокальцийфосфатли ўғитлар - булар минерал ўғитларнинг янги кўриниши бўлиб, яқиндагина Олмалиқ “Аммофос-максам” акционерлик жамияти ва Самарқанд кимё заводида ўзлаштирилган. Супрефос олиш технологияси асосида фосфат кислотали гипсли қоришмадаги (пульпа) иккиаммонийфосфат ва сульфат аммонийли иккиаммоний фосфат ёрдамида кальций сульфатнинг конверсиялаш жараёнидан фойдаланилган [5-6].

Нитрокальцийфосфат ўғитлари ишлаб чиқариш технологияси асосида Қизилқум конларидаги оддий фосфорит унини азот кислотасини тўлиқ бўлмаган меъёрида парчалаш принципи ётади. Бу янги турдаги ўғитлар аммофос ишлаб чиқаришдаги ишлаб турган қурилмаларда амалга оширилиб, ишлаб чиқарилган.

Минерал ўғитларни ишлаб чиқаришдаги асосий қийинчилик, Ўзбекистонда ишлаб чиқариладиган тўртта турдаги фосфорли ўғитлар (аммофос, супрефос, фосфат ва нитрокальцийфосфат) мураккаб азот фосфорли ўғитлар жумласига киради. Фақатгина оддий аммонизацияланган суперфосфат бирламчи фосфор ўғитларига тегишлидир. Минерал ўғитларнинг агротехник муддатларига кўра мураккаб ўғитларнинг йиллик тақсимланиш меъёри илмий асослашиб 2-жадвалда берилган [3].

Фосфорли ўғитлар ерга қишки ишлов бериш вақтида самарали бўлади. Жадвалдан кўринадик, йиллик меъёрига кўра фосфорли ўғитларнинг 60-70% ғўза остига кузги ишлов беришда киритилар экан. Бошқоқли дон экинларни ўстиришда фосфорли ўғитларнинг йиллик меъёридан 100% шудгор остига

киритилади. Шундай қилиб, асосий иккита экин - пахта ва ғалла учун йилига 272-292 минг  $t$   $P_2O_5$  бирламчи фосфорли ўғит кўринишида талаб этилади. Кўккон суперфосфат заводи эса йилига фақатгина 22,9 минг  $P_2O_5$  ли оддий аммонизацияланган суперфосфат ишлаб чиқаради.

Бирламчи фосфорли ўғитларга оддий суперфосфат, преципитат, (44%  $P_2O_5$  ўзлаш, ЎзДСТ 113-08-513-82) ва иккиламчи суперфосфат (43-49 %  $P_2O_5$  ўзлаш, ЎзДСТ16306-80) лар киради. Охиргиси энг концентранган фосфорли ўғит ҳисобланади. Уни олиш учун сифатли фосфат хом ашёси (ювиб куйдирилган фосфоконцентрат) ва концентранган фосфат кислотаси керак бўлади. “Аммофос-максам” акционерлик жамиятида олинадиган экстракцион фосфат кислотаси Марказий Қизилқум фосфоритларининг ювиб куйдирилган фосфоконцентратидан, юқори таркибгача буглатиш йўли билан енгил концентрангади [7-8]. Олмалиқда етарлича кислотани буглатиш қурилмасини қуриб, иккиламчи суперфосфат ишлаб чиқаришни ташкил этиш мумкин.

Хулоса сифатида шуни айтиш мумкинки, Ўзбекистон Республикасининг кимё заводларининг минерал ўғитлар ишлаб чиқариш ҳолати ҳозирги кунда азотли ва калийли ўғитлар мисолида етарли даражада бўлиб, ҳатто бир қисми қўшни давлатларга ҳам сотилмоқда. Аммо фосфорли ўғитларга бўлган эҳтиёжни қондириш учун, асосий хомашё Марказий Қизилқум фосфорити ҳисобланади. Ундан янги турдаги, таркибида фосфор тутган комплекс ўғитларни ишлаб чиқариш ҳисобидан, Республикада фосфорли ўғитларга бўлган талабни қондириш устида илмий ишларни ривожлантириш ниҳоятда зарур бўлиб қолмоқда.

### Библиографик рўйхат

1. Беглов Б.М. // *Химическая промышленность сегодня*, 2003. - №2. -С. 25-31
2. Қишлоқ хўжалиги бўйича амалий тавсиялар: ер, сув, ўғитлар. Тошкент. 1996, 108 б.
3. Справочная книга по химизации сельского хозяйства. - М.: 6 Колос, 1980. -550 с.
4. Садыков Б.Б., Реймов А.М., Намазов Ш.С., Беглов Б.М.// *Химическая промышленность*, 2008. т. 83. - №12. -С. 411-415.
5. Садыков Б.Б., Волынцева Н.В., Сатторов Т., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. // *Химическая технология. Контроль и управление*, 2008. - № 1. -С. 5-10.
6. Реймов А.М. // *Разработка технологии получения нитрокальцийфосфатных и нитрокальцийсульфофосфатных удобрений на основе разложения Кизилқумских фосфоритов при пониженной норме азотной кислоты: Автореф. дис. канд. тех. наук. - Тошкент, 2004. -23 с.*
7. Жураев М.Т. // *Двойной суперфосфат на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов: Автореф. дис. канд. тех. наук. - Тошкент, 1999. -19 с.*
8. Каноатов Х.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. // *Химическая промышленность*, 2008. т. 85. - № 6. -С. 271-277.



## ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ, ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И КАЧЕСТВО ЖИЗНИ РАБОТНИКОВ НГМК



**Мирзаев А.У.,**  
начальник Медико-санитарного  
отдела НГМК, канд. мед. наук.



**Рахматов К.К.,**  
зам. начальника Медико-санитарного  
отдела НГМК, канд. мед. наук.

*Navoiy kon-metallurgiya kombinati asosiy ishlab chiqaruvchilari o'rtasida 8 yil (2010-2017yy.) mobaynida umumiy kasalliklar ko'rsatgichlari va kasbiy kasalliklar ko'rsatgichlari va ularga ish joyidagi zararli omillarning ta'siri o'rganilib taxlil qilindi. Mehnat sharoitini yaxshilash, kon-ruda sanoati ishchilariga zararli ta'sir ko'rsatuvchi ishlab chiqarish omillarini kamaytirish, erta tashxis qo'yishni tashkil qilish, profilaktika chora-tadbirlarini amalga oshirish birlamchi va umumiy kasallanishning kamayishiga olib keldi.*

**Tayanch iboralar:** stress, ekologiya, kasbiy kasallanish, mehnat sharoiti, zararli omillar, iqlim sharoitlari, profilaktika, tashxis qo'yish, davolash.

*The indicators of general morbidity and occupational diseases among workers of the main production of Navoi Mining and Metallurgical Combine and the influence of stress, environmental factors on their health during 8 years (2010-2017) were studied and analyzed. Improving working conditions, reducing the impact of harmful production factors on workers in the mining industry, and improving early diagnosis, carrying out preventive measures and reducing stress, led to reduction in their primary and general morbidity.*

**Key words:** stress, ecology, climate, occupational morbidity, working conditions, harmful factors of production, climate, prevention, diagnosis, treatment.

На предприятиях горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности факторами вредности производства являются различные химические соединения (соли тяжелых металлов, реагенты обогатительных цехов), акустические воздействия машин и оборудования, сырость, повышенная уровень запыленности, физическое перенапряжение [1-3]. Рабочие подвергаются воздействию неблагоприятных факторов как в условиях производства (вибрация, шум, загрязненность, запыленность, неблагоприятный микроклимат и др.) так и проживания в зоне интенсивного загрязнения выбросами комбината.

Проблема стрессов у работников различных областей профессиональной деятельности приобретает все возрастающую научную и практическую актуальность в связи с непрерывным ростом экстремальности производства и существенным изменением содержания и условий труда у представителей многих профессий. Наиболее характерным психическим состоянием, развивающимся под воздействием указанных факторов, у человека является производственный стресс [2, 3].

Стресс – это нарушение психологического состояния в результате травмирующих обстоятельств, негативных условий труда или других аспектов деятельности человека. Можно различить глубокий стресс, стресс средней тяжести и повседневный, или привычный, стресс. Под повседневным стрессом понимаются кумулятивные особенности психики человека, осо-

бенно работающего в сложных условиях труда, неудовлетворительном производстве или в коллективе, не устраивающем работника [2-4].

Снижением стрессогенных факторов, работой с последствиями стрессов занимается психология профессионального здоровья. Психология профессионального здоровья – отрасль психологии, которая занимается проблемами охраны здоровья сотрудников и превентивной работой с членами организации. Стресс негативно влияет на физиологию человека, формирует многие психосоматические заболевания, излечить которые сложно, и поэтому необходимо устранять первичную причину – стресс.

Различают следующие причины производственных стрессов.

Организационные факторы, которые подразделяются на:

- перегрузка или недогрузка работника, которые приводят к накоплению физической и психической усталости, росту неудовлетворенности, ощущению материальных потерь;
- динамичность событий, необходимость быстрого принятия решений;
- критические обстоятельства или риск при принятии решений;
- постоянная спешка. Некогда остановиться, глубоко вникнуть в проблему, принять обоснованное решение, чтобы не возвращаться к одному и тому же



Таблица 1

Результаты выполнения медицинских осмотров работников НГМК за период 2010-2017 гг.

Мед. уч. МСО НГМК	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Подлежало (абс. ч.)	36720	40619	36575	39243	41724	41358	44972	45368
Осмотрено (абс. ч.)	36582	40418	36433	38926	41467	40735	44325	45084
% осмотренных	99,6	99,5	99,6	99,2	99,4	97,9	98,6	99,3
Из них выявлено больных (абс.ч.)	10622	11871	11355	10442	11715	10182	11338	10876
В. т.ч. с в первые выявл. хр. заб. (абс. ч.)	2822	2598	2350	2554	2519	2397	3179	2058
% к числу осмотренных	7,7	6,4	6,5	6,6	6,1	5,9	7,2	4,6

вопросу. Отсюда – недовольство собой, раздражение;

- противоречивые или неопределенные требования со стороны руководителя или разных руководителей;
- несоответствие норм и ценностей личности нормам и ценностям группы, осознание своей несостоятельности;
- неинтересная, рутинная работа, отсутствие перспектив. Отсюда – чувство ненужности, невозможности реализовать свой производственный и творческий потенциал;

- крупные изменения на работе, в организации;
- плохие условия работы: шум, низкое освещение, духота, отклонения в температурном режиме [3, 5].

Личностные факторы.

Смерть близких (потеря родителей, одного из членов семьи или супружеских пар);

- развод (на фоне развода нарушается гармония брака, повышается раздражительность, чувство одиночество, замкнутость, рассеянность внимания);

- увольнение с работы (перевод на более низкую оплачиваемую работу, в связи с изменением условий труда);

- неудачи близких людей (супружеских пар, членов семьи, финансовый кризис);

- вступление в брак (дополнительная забота о супружеской пары, недосыпание, дополнительные финансовые расходы, нехватка времени);

- появление нового члена семьи (бессонные ночи, дополнительные затраты, уменьшение заботы супружеской пары);

- уход на пенсию и другие (чувство страха увольнения у работников пенсионного возраста);

- формами проявления производственных стрессов могут быть:

- депрессии;
- агрессивность по отношению к коллегам;
- нежелание выходить на работу, прогулы;
- большое количество брака продукции;
- излишняя нагрузка на работе;

- гиперответственность, и как следствие – конфликт с подчиненными и др.

Профилактика стрессов и способы борьбы с их последствиями:

- создание благоприятного организационного климата;
- предоставление работникам

возможности самим организовывать свою работу;

- четкое определение обязанностей работников;
- устранение причин, ведущих к перегруженности или недогруженности работой;

- социальная поддержка;

- психологическая помощь на предприятии;

- программы общего оздоровления.

Индивидуальные подходы к предотвращению стрессов:

- обучение технике релаксации;

- модификация поведения;

- биологическая обратная связь [5, 6].

Понятие качества жизни (КЖ) – это восприятие индивидуума своего положения в жизни, в контексте культуры и системы ценностей в той среде, в которой он живет, непрерывной связи с его ценностями и ожиданиями, стандартами и заботами [6, 7].

Понятие качества жизни (КЖ) – это интегральная характеристика физического, психологического, социального функционирования человека, основанная на его субъективном восприятии [6-8].

Качество жизни изучается путем исследования с применением вопросников, определяющие общее состояние качества жизни. Проведение пилотажных исследований КЖ [8-10].

Цель исследования:

- разработка научно обоснованных мер по повышению медицинской грамотности и этики среди работников на основе углубленного комплексного исследования условий труда, влияние стресса на состояние здоровья работников производства.

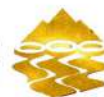
Материалы и методы исследования:

- изучение и анализ показателей профессиональных заболеваний, производственных факторов, условий санаторий и профилакторий Навоийского горно-металлургического комбината (НГМК) в

Таблица 2

Показатели профессиональной заболеваемости работников НГМК за период 2010-2017 гг.

Лечебное учреждение	Единица измерения	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Медико-санитарный отдел НГМК	абс.	70	68	64	62	55	49	44	42
	Интенсив. показатель (10 тыс. рабочих)	12,4	10,8	11,0	10,9	11,1	9,9	9,1	8,6



**Таблица 3**  
**Структура профессиональной заболеваемости работников НГМК за 2010-2017 гг.**

№	Нозология	Абсолютное число больных							
		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
1.	Хронический пылевой бронхит	39	38	35	33	30	26	23	22
2.	Вибрационная болезнь	10	10	9	8	2	6	6	6
3.	Кохлеарный неврит	6	5	5	5	7	4	3	3
4.	Болезни костно-мышечной системы	5	2	2	5	5	4	3	3
5.	Бронхиальная астма	4	3	3	2	2	3	3	3
6.	Онкозаболевания	3	5	4	3	3	5	5	4
7.	Прочие болезни (нервная система, аллопеция, токсический гепатит)	3	5	6	6	6	1	1	1
<b>Всего:</b>		<b>70</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>55</b>	<b>49</b>	<b>44</b>	<b>42</b>

нее время холодная ветряная погода. В структуре профессиональной заболеваемости первое место занимает пылевой бронхит, который не только связан с вредными производственными факторами, а также с региональными климатическими условиями. Второе место занимает кохлеарный неврит, имеющий тенденцию к снижению, связанный с улучшениями условий труда. Остальные

течение 8-лет (2010-2017 гг.), а также показатели медицинских осмотров, влияние вредных факторов и стресса на КЖ работников НГМК.

В результате открытие профилакторий и санаторий, с полным оснащением современным медицинским оборудованием, с целью оздоровления работников НГМК и проведенных медицинских осмотров, в том числе с впервые выявленными хроническими заболеваниями имеют тенденцию к снижению.

Анализ показателей профессиональной заболеваемости также имеет тенденцию к снижению в абсолютных цифрах, связанные с улучшением условий труда, развитием профилактической медицины, своевременным проведением профилактических медицинских осмотров для диагностики группы риска среди работников. Интенсивный показатель в течении 8 лет остается лишь с небольшой разницей, в связи изменением демографических показателей. Влияние экологических и климатических факторов остаются неизменными, даже при улучшении условий труда.

В структуре профессиональной заболеваемости первое место занимает пылевой бронхит, он не только связан с вредными производственными факторами, а также с региональными климатическими условиями. Второе место занимает кохлеарный неврит, имеющий тенденцию к снижению, связанный с улучшением условий труда. Остальные заболевания, указанные в таблице: вибрационная болезнь, болезни костно-мышечной системы, бронхиальная астма и др. примерно одинаковых вариациях.

#### Результаты обсуждения.

Анализ показателей профессиональной заболеваемости имеет тенденцию к снижению в абсолютных цифрах, связанные с улучшением условий труда, развитием профилактической медицины, своевременным проведением профилактических осмотров для диагностики группы риска среди работников и повышение материальных состояний, направленных на повышение условий и отдыха.

Интенсивный показатель в течение 8 лет остается лишь с небольшой разницей, в связи с изменением демографических показателей. Влияние экологических и климатических факторов остаются неизменными, даже при улучшении условий труда. К таким экологическим факторам относится: жаркий климат, запыленность воздуха, особенно в летнее время, в зим-

заболевания в одинаковых пропорциях.

Таким образом, прогрессивной методологией медицины является методология оценки условий труда и управление рисками заболеваний. Становится все более очевидной необходимость дифференцированной оценки условий труда, исходя из реальных производственных ситуаций, детальной проработки экспозиционной зависимости комплекса медико-биологических показателей, состояния здоровья работающих от вредных факторов рабочей среды, категорирование и структурирование профессионального риска, системное управление рисками, во избежание профессиональных заболеваний и стресса.

Для создания благоприятных условий труда и предотвращения профессиональных заболеваний работников необходимо разработать: комплекс мероприятий, которые определяются как совокупность действий в управлении охраной труда, включающие в себя правовые, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и социальные мероприятия, создание индивидуальных планов оздоровления и обучения работников методам релаксации, индивидуальных мер по культурно-массовому отдыху с целью повышения их КЖ.

#### Основные выводы.

Улучшение условий труда, уменьшение воздействия вредных производственных факторов и стресса приведет к улучшению качества жизни и снижения профессиональной заболеваемости среди работников НГМК.

Проведение профилактических медицинских осмотров, своевременное выявление и оздоровление группы риска среди работников приведет к уменьшению показателя профессиональной заболеваемости.

Разработанный комплекс мер, определяющий как совокупность действий в управлении охраной труда, включающие в себя санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и социальные мероприятия, создание индивидуальных планов оздоровления и обучения работников методам релаксации, индивидуальных мер по культурно-массовому отдыху приведет к повышению качества жизни работников НГМК.

Повышение этики и медицинской культуры среди работников НГМК, приведет к снижению профессиональной заболеваемости и повышению качества жизни работников.



Библиографический список

1. Аскароева З.Ф., Терезулова З.С., Минин Г.Д. Гигиеническая оценка условий труда и медико-профилактические мероприятия на горно-обогатительных предприятиях Республики Башкортостан // Уфа. 2003. -С. 3-7.
2. Ашурова М.Ж. Влияние производственных и социально-гигиенических факторов на заболеваемость работающих на предприятиях азотных минеральных удобрений // Автореферат. Ташкент. 2005. -3 с.
3. Бушуев Н.Н. Тяжелые металлы в промышленном производстве и их влияние на здоровье человека [Текст] // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения: Труды 6-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 24-26 ноября 2011 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. -С. 115-116.
4. Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Технические инновации и методика предупреждения опасных экологических последствий [Текст] // Формирование профессиональной культуры специалистов XXI века в техническом университете: сборник научных трудов 11-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. -С. 69-70.
5. Галимов Ш.Ш., Камиллов Ф.Х., Аглетдинов Э.Ф., Валиева Х.Г., Иваха В.И. Синдром андрогенной недостаточности как маркер техногенного загрязнения среды обитания // Проблемы репродукции. – 2002 – т.8 , -№1. -С. 46-50.
6. Новик А.А., Ионова Т.И., Кайнд П. Концепция исследования качества жизни в медицине. СПб.: Элби, 1999.
7. Шевченко Ю.Л. Современные подходы к исследованию качества жизни в здравоохранении // Вестн. Межнационального центра исследования качества жизни. 2003. -№1-2. -С. 6-16.
8. NCCN Cancer-related Fatigue Panel: National Comprehensive Cancer Network/ Clinical Practice Guidelines in Oncology. Cancer-related fatigue Version 1? 2012 www.nccn.org.
9. Novik A.A. Symptom interference with quality of life: application to clinical practice. 2006 International society for Quality of Life research meeting abstracts [www.isoqol.org/2006mtgabstracts] // Qual. Life Res. Journal, A-68, Abstracts 1497.
10. Stiefel F., Stagno D. Psychiatric problems // In: Cherny N.I., Klocke M. et al. ESMO Handbook of advanced cancer care. London and New York: Taylor & Francis, 2006.

УДК 577.41:612.014

© Райханова Г.Е., Ким Л.А. 2018 г.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ



**Райханова Г.Е.,**  
заведующий кафедрой  
«Электротехника и электромеханика»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук, доцент.



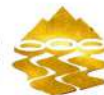
**Ким Л.А.,**  
ст. преп. кафедры «Социально-  
гуманитарные дисциплины»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Maqola shaharlardagi atrof-muhit ahvolidning dolzarb muammolariga bag'ishlangan. O'zining kuchli sotsial-ekonomik va muhandis-texnik infrastrukturasi bilan zamonaviy shahar yon atrofning tanazzulning asosiy aybdorlaridan biri bulib qolmoqda. Chiqindilarni boshqarish tizimi shaharlarning energiya ta'minotida atrof-muhit ifloslanishi muammosini qisman hal qiladi. Aтроf-muhitni muhofaza qilish tizimida barcha fuqarolik jamiyati institutlarining faol ishtiroki va atrof-muhit muammolarini hal etish jarayonida muhim rol o'ynaydi. Biroq kelajakda atrof muhit xavfsizligi kelgusida shaharlarni antipod emas balki barqaror rivojlanish markazlari va ekotizimning tabiiy qismi bo'lishlari uchun aylantira olishimizga bog'liq bo'ladi. Bu faqat hukumat va jamoat tashkilotlarining samarali hamkorligi bilan amalga oshirilishi mumkin.*

**Tayanch iboralar:** ekologiya, chiqindilarni kompleks boshqarish, zararli chiqindilar, ifloslovchi moddalar, jamoat ekologik tashkilotlari.

*The article is devoted to the current problem of the state of the environment in cities. The modern city with its powerful socio-economic and engineering infrastructure becomes one of the main culprits for environmental degradation. The main sources of pollution of the urban environment have been identified. It is noted that the waste management system partially solves the problem of environmental pollution in the energy supply of cities. An important role is played by the active participation of all civil society institutions in the environmental protection system and the process of solving environmental problems. A safe environment in the future will largely depend on whether we can transform cities so that they become centers of sustainable development and a natural part of the ecosystem, rather than its antipode. This is possible only with the fruitful cooperation of the authorities and public organizations.*

**Key words:** Ecology; integrated waste management; harmful emissions; pollutants; public environmental organizations.



В настоящее время в городах проживает более половины населения Земли. Для большинства стран Европейского Союза этот показатель составляет около 70%, и, по оценкам, к 2030 г. может достичь 80%. В Узбекистане численность городского населения 16,238 млн. человек превышает 50,6% от общей численности населения. При этом современный город с его мощной социально-экономической и инженерно-технической инфраструктурой становится одним из главных виновников деградации окружающей среды. Города дают 80% всех выбросов в атмосферу и 3/4 глобального объёма загрязнений. Все города мира ежегодно производят до 3 млрд. *t* твёрдых отходов, (для сравнения – ежегодно в мире выплавляется около 1,5 млрд *t* стали, производится примерно 2 млрд *t* зерна). При этом загрязняющее воздействие больших городских агломераций прослеживается на расстоянии 50-ти *km* от них. Соответственно, они изменяют естественную среду, формируя антропогенный ландшафт обширных территорий [1].

Основными источниками загрязнения городской среды являются автотранспорт, промышленные предприятия. Отдельная группа проблем связана с бытовыми и прочими отходами и их утилизацией. Традиционный подход к решению проблемы утилизации отходов ориентируется на уменьшение опасного влияния на окружающую среду путем изоляции свалок от грунтовых вод, очистки выбросов мусоросжигательных заводов, перекрытие полигонов для извлечения свалочных газов и т.д. Однако не все из технологий, применяемых в рамках этого подхода – можно считать экологически чистыми.

Современный взгляд на эту проблему, состоит в том, что гораздо проще контролировать то, что попадает на свалку, чем то, что попадает со свалки в окружающую среду. Основа подхода состоит в том, что бытовые отходы должны утилизироваться наиболее экономически и экологически приемлемыми способами. Фактически речь идёт об управлении отходами [2].

Система управления отходами выстраивается в развитых странах уже более 40 лет. Комплексное управление отходами начинается с изменения взгляда на то, чем являются бытовые отходы. При этом отходы уже рассматриваются фактически как составная часть ресурсной базы экономики. Особенно важно, что в рамках комплексного управления отходами предполагается, что населённый пункт, район или город выбирают подходы к решению проблемы использования отходов в зависимости от своих специфических условий, финансовых и других ресурсов.

Однако при определении целей программы по утилизации бытовых отходов и планировании стратегии целесообразно иметь представление об определённой иерархии комплексного управления отходами: во-первых, должно предотвращаться образование отходов; во-вторых, они, по возможности, должны использоваться вторично; в-третьих, если повторное использование невозможно, необходим их рециклинг. Далее отходы должны использоваться для рекуперации энергии; и только в-пятых, если все указанные действия невозможны, отходы отправляются на захоронение. Следует от-

метить, что такой подход позволяет достаточно быстро реструктурировать систему управления отходами.

Признанный лидер обращения с ними – Швеция. В стране сейчас 98,6% отходов поступают в переработку и на производство электроэнергии. В настоящее время в Швеции функционирует 31 завод по переработке отходов в тепловую и электроэнергию и 57 предприятий по рециклингу. За счёт комплексного управления отходами, поступление мусора на полигоны за 15 лет снизилось до 1,4%. Объём энергии, полученной из отходов, вырос до 48,4%. Попавшие на полигоны отходы – это, зола, полученная после пережигания мусора, переработанного в тепло и электричество [3].

Необходимо отметить, что использование отходов в качестве сырья позволяет частично решать проблему загрязнения окружающей среды при энергообеспечении городов. Более полно решить эту проблему удастся за счёт развития альтернативной энергетики.

Лидером в данной области в настоящее время является КНР. Объём инвестиций Китая в альтернативную энергетику в 2012 г. составил 67,7 млрд. \$ (рост по сравнению с 2011 г. на 20%) Для сравнения США в тот же период вложили в отрасль 44,2 млрд \$. Основная часть инвестиций направлена на развитие солнечной энергетики. Значительная часть домов в городах Китая оборудованы солнечными батареями и солнечными коллекторами для подогрева воды. Например, в среднем по китайским меркам городе (10 млн. жителей), Баодин (провинция Хейбей), более 80% зданий имеют систему теплоснабжения, использующую солнечные коллекторы. В городе весьма сложно найти крыши зданий, на которых не установлены солнечные батареи. Электроэнергию от солнечных панелей покупает город по 4 юаня за *kWh* и продает потребителям в 10 раз дешевле. Проблемы с приемом электроэнергии в централизованную сеть безусловно были, но трудности были разрешены административно.

Согласно плану на 12 пятилетку, к 2020 г. доля альтернативных источников энергии в КНР должна будет составлять не менее 6% от мощности традиционных электростанций. В настоящее время этот показатель составляет около 1,5%. Общий размер инвестиций должен превысить 460 млрд. \$.

В 2016 г. Комитетом в Узбекистане было выявлено 18269 случаев административных правонарушений в природоохранной сфере, из которых 7187 случаев или около 40% связаны с загрязнением окружающей среды отходами. Сложившаяся ситуация была обусловлена недостаточностью и низкой эффективностью мер административного наказания за нарушения экологических, санитарных норм и требований в сфере обращения с отходами.

Еще одной важной проблемой всех крупных городов является серьезная автомобильная нагрузка и ее ежегодный рост. Автомобильная промышленность Узбекистана занимает 28-е – 37-е места среди стран производящих автотранспортные средства и по этому показателю находится на втором месте после автопромышленности России на постсоветском пространстве и на первом месте среди стран Центральной Азии.



Решение проблемы снижения выбросов возможно за счёт реализации следующих задач: сокращение количества автомобилей на улицах, формирование городского автопарка более дружественного к окружающей среде, а также увеличение скорости движения на улицах и борьба с пробками.

Одним из наиболее эффективных методов решения этой проблемы является удорожание пользования личным транспортом, и стимулирование развития его экологических вариантов. Необходимо создать условия, при которых частные лица и компании будут финансово заинтересованы в использовании более энергоэффективного и чистого транспорта. В этом смысле интересен опыт Лондона, где начиная с 2008 г. действует, очень вменяемая и последовательная программа ограничения въезда в город и «озеленения» парка автомобилей.

В центральной части города действует зона платного въезда для загрязняющих воздух транспортных средств. Плата за въезд в центр Лондона по будням с 7:00 до 18:00 составляет 10 фунтов. Штраф за неуплату 130 фунтов. От уплаты сборов освобождены «зеленые» автомобили с двигателями внутреннего сгорания, при условии что они выбрасывают менее  $75 \text{ g/km CO}_2$  и соответствуют стандарту Евро5 или выше. Также от платы освобождены все электромобили и гибриды.

В остальную часть Лондона и ближние пригороды могут въезжать автомобили соответствующие стандарту Евро4. Если транспортное средство не укладывается в нормативы по токсичности выхлопа, то можно заплатить штраф. Например, для небольших грузовиков он составит 100 фунтов в день. Для автобуса или тяжелого грузовика 200 фунтов в день. В результате владельцы вынуждены либо заменить устаревшее транспортное средство, либо перевести его на газ, или установить специальный фильтр. Стоимость его установки от 1600 фунтов до 5000 фунтов в зависимости от марки и модели транспортного средства. Обязательна так же ежегодная сертификация и обслуживание.

Как понятно из вышесказанного решение экологических проблем городов во многом осуществляется благодаря реализации государственных и региональных стратегий по охране окружающей среды и перехода к устойчивому развитию городов. Однако немаловажную роль играют общественные экологические организации. Причём их значение за последние несколько десятилетий значительно возросло. Например в США, экологическая политика государства, в настоящее время во многом формируется с учётом деятельности общественных экологических организаций. От прямой конфронтации и состязательных отношений с властями НПО перешли к плодотворному сотрудничеству с ними.

Важным этапом в совершенствовании организационной структуры природоохранной деятельности стал Закон Республики Узбекистан «Об экологическом контроле», который обеспечивает правовые основы для активного участия всех институтов гражданского общества в системе охраны окружающей

среды и процессе решения экологических проблем. Кроме того, учитывая немаловажную роль ННО в деле охраны природы в рамках социального диалога реализуются проекты по госзаказам и грантам, направленные на улучшение экологической обстановки в регионах.

Принятые меры позволили снизить уровень загрязнения атмосферы, улучшить функционирование основных водотоков, расширить сети охраняемых природных территорий, т.е в целом достигнуть определенных улучшений в практике природопользования и охраны окружающей среды.

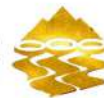
Функции общественных экологических организаций в последние годы также видоизменились. Отмечается постепенный отход от демонстративных акций, в стиле Greenpeace. На наш взгляд, значительный потенциал сейчас имеют общественные экологические организации, занимающиеся научной и просветительской деятельностью. Продуктивными также являются независимые организации ведущие экологический мониторинг и общественный экологический контроль. На основании полученных от них данных у государственных органов появляется возможность более эффективно оценивать и прогнозировать изменения в состоянии окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

В Узбекистане уровень развития гражданского общества остается достаточно низким. Население поддерживает общественные организации, в том числе и экологические, сдержанно. Многие граждане просто не верят, что небольшие группы людей, объединившись в НПО, могут противостоять крупным финансовым или политическим интересам, оказывать влияние на решения властей. На наш взгляд, в связи с этим при реализации государственных экологических проектов всех уровней необходимо обязательное общественное участие, прежде всего в вопросах финансирования. Усиление роли общественных организаций также возможно за счёт создания наблюдательных советов экологических организаций, а также привлечение общественных экспертов при формировании государственных программ.

В заключение хотелось бы отметить, что безопасная окружающая среда в будущем во многом будет зависеть от того, сможем ли мы преобразовать города так, чтобы они стали центрами устойчивого развития и естественной частью экосистемы, а не ее антиподом. Это возможно только при плодотворном сотрудничестве властей и общественных организаций.

#### Библиографический список

1. Акинин, Н.И. *Промышленная экология: принципы, подходы, технические решения: Учебное пособие / - Долгопрудн: Интеллект, 2011.*
2. Ирина Ли. «Высокотехнологичная экология: Зачем IT-компаниям уходят в «зеленые» технологии?». *Новостное издание «Lenta».* Режим доступа: 05.07.2015 <https://lenta.ru/articles/2015/07/05/techgoesgreen/>
3. Шафоростов В.Я. *Энергия из отходов// Экология и жизнь. - 2008. - №4*



## ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ ЭКОЛОГИИ НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ БОЛЕВОГО СИНДРОМА



**Носирова М. Ш.**,  
доцент кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института, канд. мед. наук.



**Исмадова М. Н.**,  
старший преподаватель кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института.



**Шаджанова Н.С.**,  
ассистент кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института.

*Hozirgi vaktida ekologiya fani biologiya fanlari tizimidan chiqarildi. Bu fan inson va atrof muhitning o'zaro ta'sirini o'rganadigan fan bo'lib hisoblanadi. «Organizm – atrof muhit» tizimini izlanishlarga tayangan holda Ekologiya fani «Inson va tabiyat» muammolarini o'rganib chiqdi. Hozirgi kunda tabiatni isrof qilish zararli oqibatlarga olib kelishini insoniyat tushunib yetdi.*

**Tayanch iboralar:** ekologiya, og'riq sindromi, ekologik omillar, kanserogenlar, toksinlar.

*By now, ecology has gone beyond biology and turned into a science that studies the most complex problems of human interaction with the environment. Ecology has gone through a complex and long-lasting path to understanding the problem of "Man-Nature," relying on research in the system Organism-environment. Now humanity has already come to the realization that further exploitation of nature can threaten his own existence.*

**Key words:** ecology, pain syndrome, environmental factors, carcinogens, toxins.

Цель исследования. Изучения распространения основных видов боли среди жителей города в зависимости от социально-экономических, профессиональных и психологических факторов. Обоснование и организация специализированной медицинской терапевтической помощи.

Экология (от др.-греч. οἶκος – обиталище, жилище, дом, имущество и λόγος — понятие, учение, наука) – наука о взаимодействиях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Согласно терминологии, применяемой в данной научной области [1-3], любое условие окружающей среды, оказывающее прямое или косвенное воздействие на живой организм на любой фазе его жизнедеятельности и на которое он выдает приспособительные реакции, является экологическим фактором.

Экологические факторы условно можно разделить на три большие группы:

- биотические – влияние живой природы;
- абиотические (климатические, эдафические и др.)
- влияние неживой природы;
- антропогенные – влияние разумной или неразумной деятельности человека.

Глобальной экологической проблемой [1] является загрязнение атмосферы, особенно оно, проявляется в городских условиях, поэтому, необходимо изучать воздействие городских экологических факторов на организм человека.

В настоящее время адаптационные механизмы человеческого организма работают медленнее, чем изменяется окружающая среда, в связи с этим и возникают проблемы со здоровьем. Особенно это касается жителей современных мегаполисов. Чем опасно загрязнение воздуха? Жизнь в большом городе имеет множество положительных моментов. К ним относятся комфорт, наличие коммунальных удобств, развитая инфраструктура и возможность самореализации. Но вместе с тем мегаполисы таят огромную опасность для здоровья человека, которая связана с неблагоприятными экологическими факторами. Помимо того, что воздух крупных городов регулярно отравляют бензиновые выхлопы машин, излучения от различных приборов, периодически случаются аварии на промышленных предприятиях, в результате которых происходят выбросы в атмосферу вредных веществ [2, 3].

В результате неразумной деятельности человека в окружающую среду попадают десятки миллиардов тонн углекислого газа, сотни миллионов тонн угарного газа и пыли, десятки миллионов тонн окиси азота, а также огромное количество фреонов, ядовитых химикатов и опасных канцерогенных веществ, к которым относятся асбест, бериллий, никель, хром и др.

Химические вещества, содержащиеся в отходах жизнедеятельности, переходят из одной цепи в другую по экологическим звеньям: из воздуха в почву,



из почвы в воду, из воды в атмосферу и т.д. В итоге они попадают в организм человека.

Загрязненность окружающей среды выражается в выпадении кислотных дождей, образовании дымных смогов и токсических эффектов.

Высокоактивные химические соединения имеют тенденцию накапливаться в организме и вызывать эффект отдаленного влияния. Так, неблагоприятные экологические факторы вызывают генетические изменения в живых организмах, отрицательно влияют на внутриутробное развитие плода, провоцируют тяжелые заболевания и повышение смертности. Реакции на загрязнение окружающей среды зависят от пола, возраста, особенностей организма человека и иммунитета. Наиболее уязвимыми считаются дети, пенсионеры и люди, страдающие теми или иными хроническими недугами. Была установлена прямая зависимость между ухудшением экологической обстановки и ростом аллергических и онкологических заболеваний в конкретных регионах.

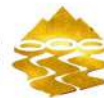
Исследование проводилось методом интервью с помощью стандартного вопросника, включающего демографические и социально-экономические данные. Оценка качества жизни и характеристика болевого синдрома в течение последних 12 месяцев. Определение невротических нарушений и уровня личностной тревоги тестом Спилберга. Способы

реагирования опрашиваемых на боль. По случайной выборке из списков избирателей опрошено 1000 жителей г. Бухары старше 18 лет. Распространение болевых синдромов составило 86,4% с доверенным преобладанием у женщин. По локализации: головные боли -55,9%, боли в спине -53,4%, суставные -44,0%, боли в шее -40,2%, зубные боли -37,8%, боли в груди -38,6%, боли в животе -31,7%, лицевые боли -14,1%. Менструальные боли у женщин в возрасте до 50 лет -32,5%. Сочетание вышеуказанных болевых синдромов за исключением зубных и менструальных болей встречается у 11,0% населения. Мигрень диагностирована у 12,8% опрошенных эпизодическая боль напряжения у 28,4%. В возрастной группе от 18 до 24 лет преобладают боли в спине и менструальные боли, в возрасте старше 45 лет – головные боли и боли в спине. От 17,4% до 31,1% лиц страдающих болевыми синдромами перенесли различные эмоционально-стрессовые ситуации.

По поводу болей предпочитают не обращаться за медицинской помощью 40,1% опрошенных, из которых многие считают медицинскую помощь не эффективной и стараются справиться с болью самостоятельно. Распространение болевого синдрома у населения связано с неблагоприятными условиями, связанными с влиянием атмосферы. Имеются обоснованные предпосылки для организации междисциплинарной медицинской терапевтической службы.

#### Библиографический список

1. Сдасюк Г.В. Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный, и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы.
2. Гальперн М.В. Общая экология. - М.: Форум. 2012. -С. 334-336.
3. Маврищев В.В. Общая экология. Курс лекции НИЦ ИНФРА. - М.: Новое знание, 2013. -299 с.



## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА



**Райханова Г.Е.,**  
заведующий кафедрой  
«Электротехника и электромеханика»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова,  
канд. техн. наук, доцент.



**Ким Л.А.,**  
ст. преп. кафедры «Социально-  
гуманитарные дисциплины»  
Алмалыкского филиала  
ТашГТУ им. И. Каримова.

*Ushbu maqola ishlab chiqarish qaroyonlarini qabul qilish tizimida ekologik talablarni hisobga oladigan, mahsulot umrining konsepsiyasi doirasida mahsulot bilan ishlashning barcha bosqichlarida atrof-muhitni muhofaza qilish faoliyatini kiritib, jarayon va mahsulot innovatsiyalarini yaratib, o'zlashtirish va ulardan foydalanish, shuningdek, institutsional muhitni isloh qiladigan iqtisodiyotni ekologizatsiya qilishga bag'ishlangan.*

*Tadbirkorlik faoliyati tamoyillarini shakllantirishda sifat jihatidan yangi yondashuvlarni ishlab chiqish bilan bog'langan, Ekologik xavfsizlik tamoyillari va iqtisodiyotning barqaror rivojlanishini ta'minlash asosida ishlab chiqilgan, resurslarni tejash va resurslarni qayta tiklashga yo'naltirilgan va o'sib borayotgan antropogen bosimni bartaraf etish uchun atrof-muhit salohiyatini hisobga olgan holda, Tadbirkorlik munosabatlarini ekologik va iqtisodiy jihatdan tartibga solishning yangi paradigmini shakllantirish, bu yangi texnologiyalarga o'tishni ta'minlaydi, biosfera imkoniyatlarini hisobga olgan holda va korxonalar va atrof-muhit o'rtasidagi o'zaro munosabatlarning qattiq me'yoriy-huquqiy asoslarini hisobga olgan holda amalga oshiriladi.*

**Tayanch iboralar:** iqtisodiyot ekologiyasi, innovatsion tadbirkorlik, energiya tejamkor texnologiyalar.

*This article is devoted to the ecologization of the economy, which involves the consideration of environmental requirements in the system of making production decisions, the inclusion of environmental protection activities in all stages of working with the product within the concept of the product life cycle, the creation, development and use of process and product innovations in production, and reforming the institutional environment. Formation of a new paradigm for the environmental and economic regulation of entrepreneurial relations, developed taking into account the principles of environmental safety and ensuring sustainable development of the economy associated with the development of qualitatively new approaches to the formation of principles of entrepreneurial activity, focused on resource saving and resource recovery and taking into account the potentialities of the environment to neutralize the growing anthropogenic pressure, which will ensure the transition to new technologies, with balanced with the capabilities of the biosphere and taking into account the rigid regulatory framework of interaction between enterprises and the environment.*

**Key words:** ecology of economy, innovative entrepreneurship, energy-efficient technologies.

В последние десятилетия загрязнение окружающей среды остается острой экологической проблемой. По подсчетам специалистов, убытки только экономического характера, не принимая во внимание вред экологического характера и отрицательное влияние на здоровье людей, ежегодно составляют сумму, равную половине национального дохода страны. Необходимо отметить, что в настоящее время в мире практическое большинство технологических новшеств, связанных с освоением природных ресурсов, направлено на усиление эксплуатации природы. Это приводит к быстрому истощению ее запасов и возможностей и параллельно, в связи с тем, что человечество не создало собственную экосистему, растет экологическое загрязнение окружающей среды. Например, только в энергетике хранится и добывается около 10 млн тонн условного топлива, причем уголь, нефть и природный газ составляют в совокупности около 88% мирового энергетического бюджета.

Утечки нефти при различных авариях создают непосредственную экологическую угрозу на суше и на море. Так, почти 3 месяца потребовалось для того, чтобы законсервировать аварийную нефтяную скважину в Мексиканском заливе. Утечка нефти составила около 700 тыс. тонн. Каменный уголь вообще является "грязным" топливом, так как добыча и сжигание его приводят к существенному региональному загрязнению окружающей среды, в котором немалую роль играет и радиационная компонента. Газовые "факелы", автотранспорт и запуски ракет загрязняют и отравляют атмосферу, а магистральные трубопроводы часто являются источником крупных аварий. Львиную долю остальной энергии дают атомные станции, причем промышленные отходы в результате работы этих станций, произошедшие и возможные в будущем аварии на них будут представлять опасность еще многие сотни лет. У живой природы также весомые потери.



Ежедневно на планете исчезает один вид живой природы. Растет объем Красных книг растительного мира и почв. Глобальное антропогенное воздействие привело к тому, что уже около 60% естественных территорий всех природных зон мира превращено в антропогенные экологические комплексы, в результате чего происходит сильнейшее ослабление гомеостаза биоты, начиная с популяционного уровня. Исчезновение угрожает 25000 видов высших растений. Одной из причин опасного сокращения численности является разрушение прежде единого ареала вида на отдельные части за счет антропогенного воздействия.

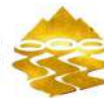
В Узбекистане экологический вопрос стоит тоже остро. Только в Ташкенте ежегодно в атмосферный воздух города от промышленных предприятий и автотранспортных средств выбрасывается более 300 тыс.  $t$  загрязняющих веществ, что составляет примерно 12-13% от общего валового выброса загрязняющих веществ по республике. Основным загрязнителем воздушного бассейна Ташкентской области выступает Алмалыкский горно-металлургический комбинат (АГМК). Не говоря уже о горах шлака, загрязняющих окрестности этого предприятия, - содержание селена, кадмия, фосфатов в подземных водах на расстоянии 5  $km$  от дамбы хвостохранилища АГМК превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) в 8,3 раза. В Алмалыке имеется крупный ореол свинца недалеко от Кальмакырского месторождения (600-800  $mg/kg$ ). В долине реки Ахангаран, в 3  $km$  от Ангреноского угольного месторождения, сформировался ореол почв, загрязненных тяжелыми металлами ( $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Zn$ ,  $Fe$ ,  $Ni$ ). В почвенном горизонте отмечены высокие концентрации свинца и кадмия. Так, например, в городах Ахангаране и Ангрене они составляют 350-500  $mg/kg$ , что превышает ПДК в десятки раз.

Недалеко от г. Янгибад площадь более 50  $km^2$  занимают радиоактивные отходы общим объемом 500 тыс.  $m^3$ . Интенсивность гамма-излучения составляет от 60 до 1500  $mkP/t$ . В районе города Красногорска размещены отходы уранового производства общей площадью более 600 тыс.  $m^3$ . Интенсивность гамма-излучения превышает 600-1500  $mkP/t$ .

С каждым годом из-за загрязнения окружающей среды существенно ухудшается здоровье людей, страдают все жизненно-важные функции организма, включая репродуктивную [1]. По данным органов государственной статистики, средняя продолжительность жизни в Узбекистане составляет 73,5 лет. Для сравнения в США данный показатель составляет 75,2 лет, Японии – 78,7 лет. Каждый десятый ребенок рождается умственно или физически неполноценным вследствие генетических изменений. В большинстве промышленных районов страны одна треть жителей имеет различные формы иммунологической недостаточности.

Ключевым направлением экологизации общества выступает экологизация экономики, которая предполагает учет экологических требований в системе принятия производственных решений, включение действий по охране окружающей среды во все стадии работы с про-

дуктом в рамках концепции жизненного цикла продукта, создание, освоение и использование в производстве процессных и продуктовых инноваций, а также реформирование институциональной среды. Формирование новой парадигмы эколого-экономического регулирования предпринимательских отношений, разработанной с учетом принципов экологической безопасности и обеспечения устойчивого развития экономики, связано с разработкой качественно новых подходов к формированию принципов предпринимательской деятельности, ориентированных на ресурсосбережение и ресурсовосстановление и учитывающих потенциальные возможности окружающей среды по нейтрализации растущего антропогенного давления, что обеспечит переход к новым технологиям, сбалансированным с возможностями биосферы и учитывающим жесткие нормативные рамки взаимодействия предприятий с окружающей средой [2]. В нашей стране сложилось мнение, что учет экологического фактора это исключительно затратное мероприятие, которое может лишь снизить конкурентоспособность государства и компаний. Однако Узбекистан может и должен использовать международный опыт повышения конкурентоспособности для разработки новой экономической стратегии, учитывающей экологический фактор и возможности использования конкурентных преимуществ, открывающихся на рынке экологически чистой продукции [3]. Стабилизация экологической ситуации в Узбекистане во многом зависит от эффективности проводимых в стране экономических реформ, их адекватности целям формирования устойчивого типа развития узбекской экономики. И здесь чрезвычайно важны меры по созданию с помощью эффективных рыночных инструментов и регуляторов благоприятного климата для развития всех сфер бизнеса, способствующего экологизации экономики. Конкурентоспособность национального бизнеса и, в конечном счете, конкурентные преимущества страны в целом, должны стать государственными инструментами экологической политики. В первую очередь через активное внедрение и последовательное ужесточение природоохранного законодательства. Признавая приоритетное значение экологического законодательства для повышения конкурентоспособности бизнеса, следует отметить, что в ряде случаев более эффективным средством экологической политики являются экономические инструменты. Поэтому в последние годы центр тяжести переносится с директивного на экономическое регулирование. Главные инструменты - это экологические налоги и субсидии, квоты на выбросы, определение прав собственности на некоторые природные ресурсы (земля, вода, лес), обязательства об обратной приемке, требования в отношении содержания рециклированных материалов в той или иной продукции и ряд других. Одновременно и бизнес разрабатывает и эффективно применяет целую систему своих собственных инструментов экологической политики для достижения конкурентных преимуществ.



Это не просто отдельные меры экологической политики, а формирование новой философии бизнеса. Экологические требования становятся неотъемлемой частью корпоративной стратегии наиболее передовых фирм и способствуют как продвижению новой продукции на мировые рынки, так и сохранению уже завоеванных позиций в мировой экономике. Экологический инструментарий на уровне компаний включает целый арсенал средств, наиболее важными из которых являются экологическая оценка и ее новое более широкое понятие "оценка жизненного цикла товара", экологический аудит, экологическая отчетность, экологический менеджмент, экоупаковка, экомаркировка. Хотя следует отметить, что сегодня только крупные узбекские корпорации, работающие на международном рынке, осознали важность экологически благополучной репутации. Иностранцы инвесторы готовы финансировать, прежде всего, производства, экологически чистые, не конфликтные с природой, и соответственно не конфликтные с общественным мнением. Однако большинство компаний до сих пор далеки от понимания тех конкурентных преимуществ, которые могут быть получены в результате подключения к этому новому и перспективному направлению развития мировой экономики, они так и не изменили своего отношения к экологии как к затратному механизму. Поэтому представляется крайне важным с помощью законодательства мотивировать узбекский бизнес к тому, чтобы вкладывать деньги в оздоровление экологической ситуации, подтягивать уровень производства и очистных сооружений, технологических стандартов ведения бизнеса к мировым экологическим требованиям. Во всем мире профилирующей сейчас является тема так называемого «зеленого роста», то есть роста экономик за счёт использования современных, экологически выверенных, энергоэффективных технологий, в том числе с использованием альтернативных источников энергии.

Большую роль в поддержке инновационного предпринимательства может сыграть создание инновационных центров и инкубаторов, которые уже получили широкое распространение за рубежом. Инновационные центры осуществляют технологический аудит различных разработок. Подобранные инновационными центрами проекты могут быть использованы для улучшения качества производимой продукции, выпуска новых конкурентоспособных изделий. Для соблюдения законных прав патентообладателей, заключения лицензионных договоров и соглашений в такие центры привлекаются специалисты в области охраны промышленной собственности.

Инновационные центры могут также оказывать малым предприятиям такие услуги, как оценка идеи с точки зрения ее эффективности при коммерциализации, потенциального рыночного и технического риска; разработка бизнес-плана; помощь в поиске и привлечении венчурного капитала; организация опытного производства и т. д.

Часто говорят о техно-парках, как о компонентах инновационной экосистемы. Но есть и так называемые научные парки (*Science Parks*), позволяющие

заниматься различными науками – от прикладных исследований до свободных наук. Тут создаются условия для синергии, междисциплинарного сотрудничества. Такой подход помогает двигаться по пути инновационного развития.

В Японии имеется пример так называемого «научного города» (*Science City*). Например, город Цукуба. Тут сконцентрированы десятки исследовательских институтов, лабораторий, учебных корпусов. Из стен Университета Цукубы вышли три Нобелевских лауреата. ВУЗ входит в десятку лучших вузов Японии и в пятьсот лучших вузов Мира. Космическая индустрия, робототехника, сельское хозяйство, экономика, инженерия, медицина, спортивная медицина, физика, химия, гуманитарные науки, информационно-коммуникационные технологии и так далее. Всё собрано в одном городе, что позволило не только сформировать необходимую инфраструктуру, но и привлечь местных и международных специалистов в Цукубу.

В этой связи важным представляется поручение Главы нашего государства Шавката Мирзиёева о создании в Студенческом городке Ташкента Научно-практического центра внедрения инноваций. Президент Узбекистана совсем недавно своим указом учредил Министерство Инновационного Развития и определил приоритет в развитии Узбекистана на основе инновационной модели.

Инновации для достижения поставленной цели развития нужны Узбекистану во всех сферах – от госуправления до медицины.

Для развития инновационной деятельности в Узбекистане требуется поддержка государства в финансировании приоритетных направлений, реформировании высшей школы, создании «особых экономических зон» для предприятий, осуществляющих инновационную деятельность, развитию крупных холдингов, развитию инновационной инфраструктуры, в том числе наукоградов, технопарков вокруг университетских образовательных центров, создании венчурных фондов и т. д.

Таким образом, экологизация экономики должна стать государственным приоритетом, поскольку она обеспечивает повышение конкурентоспособности нации в целом путем улучшения среды обитания, повышения качества и увеличения продолжительности жизни населения. Экологически ориентированные производства могут повысить и конкурентоспособность отраслей и отдельных компаний. Экологическая деятельность должна координироваться и контролироваться как на национальном уровне, так и в рамках отдельных отраслей и на каждом предприятии.

#### Библиографический список

1. Хван Т. А. Экология. Основы рационального природопользования - М., Юрайт, 2011
2. Ли Хен Дже. Все о бизнесе в Республике Корея. Инновационная политика малого и среднего бизнеса. СПб.: Питер, 2008.
3. Муминова Н. И., Каршиев Э. Б., Сидикова Х. Г., Сайдуллаева Х. Т. Экологические проблемы Узбекистана и их мониторинг // Молодой ученый. — 2016. — №4. — С. 192-194.



## ИНТЕРАКТИВНАЯ «ДЕЛОВАЯ ИГРА» КАК СРЕДСТВО АКТИВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ



**Насырова М. Ш.**,  
доцент кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института, канд. мед. наук.



**Исмадова М. Н.**,  
старший преподаватель кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института.



**Шаджанова Н.С.**,  
ассистент кафедры  
«Факультетская и госпитальная терапия»  
Бухарского государственного  
медицинского института.

*Interfaol o'yinlar - zamonaviy ta'lim usullaridan biridir. Birinchi yondashuvda, hayotda uchraydigan muammoli vaziyatlarda echim topishda katta ahamiyatga ega. Ikkinchi yondashuvda, talabalarda mustaqil fikrlash va nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llashdan iborat. Ishbilarmon o'yin talabalarni birgalikda g'oyalarni mujassamlashtirish va vaziyatlarni to'g'ri baholashda katta ahamiyatga ega.*

**Tayanch iboralar:** *ishbilarmon o'yini, interfaol o'yinlar, mutaxassis, ta'lim, ta'lim standarti.*

*Interactive games are one of the modern methods of teaching. In the first approach it is extremely important to solve problems in life. The second approach involves the use in practice of independent thinking and theoretical knowledge. Business games are of great importance for students to combine ideas and accurately assess the situation.*

**Key words:** *business game, interactive games, specialist, education, education standard.*

В современных условиях с развитием научно-технического прогресса увеличивается объем информации, необходимый для обязательного усвоения. Информация быстро устареет и нуждается в постоянном обновлении. Отсюда следует, что предъявляются новые требования к обучению и будущим специалистам. Выпускник высшего образовательного учреждения должен обладать характерными качествами, такими как мобильность и компетентность, хорошими знаниями и умением применять их в своей профессиональной деятельности. Следовательно, необходимы новые методы и подходы в обучении, которые позволят студенту самостоятельно находить, усваивать, обрабатывать постоянно обновляющуюся информацию и овладевать ею.

Педагог должен направлять изыскания студентов, подвести итог, проделанной им самостоятельной работы, указать на недостатки и пути их устранения. В настоящее время использование активных методов обучения обусловлено приближением уровня подготовки будущих специалистов к мировым образовательным стандартам.

Активные формы обучения (или методы активного обучения) в современной литературе рассматриваются как совокупность педагогических действий и приемов, направленных на организацию учебного процесса, создающего специальными средствами условия, мотивирующие обучающихся к

самостоятельному, инициативному и творческому освоению учебного материала в процессе познавательной деятельности.

Использование интерактивных технологий в учебном процессе включено в образовательный стандарт высшего образования, в частности отмечается, что реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе интерактивных форм проведения занятий («деловых игр», кейс-стади, трех-этапное интервью и т.д.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Применению интерактивных форм в образовательном процессе обучения уделяется большое внимание в Бухарском государственном медицинском институте, который осуществляет подготовку специалистов ВОП для медицинской службы.

Основной целью занятий является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков необходимых для дальнейшей работы в сельской семейной поликлинике. Изучение дисциплин базируется на методологических, теоретических и методических положениях, рассматриваемых в курсах общепрофессиональных специальных дисциплин. Обучение в медицинском институте предполагает формирование умений и навыков, которые необходимы будущему специалисту, что невозможно без включения его в практические действия.



Использование интерактивных форм обучения в образовательном процессе способствует развитию у студента клинического мышления, которое необходимо при работе с больными. Обучение осуществляется в форме лекционных, семинарских и практических занятий.

На семинарских и практических занятиях закрепляются, уточняются и расширяются, теоретические знания, полученные на лекциях. Для проведения практических занятий используются интерактивные игры.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учётом включения в процесс познания всех студентов группы без исключения.

Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе

работы идёт обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Деловая игра – это коллективное практическое занятие она позволяет студентам творчески осмыслить знания, полученные при изучении той или иной дисциплины и применять их в ситуациях, моделирующих условия профессиональной деятельности, при этой игре студенты путём диспута совместно находят диагноз больного, самостоятельно составляют план обследования больного и пути его дальнейшего лечения.

Внедрение в учебный процесс деловой игры позволяет не только повысить уровень знаний, но и обучить работе в коллективе. Деловые игры используют на семинарских и практических занятиях, они способствуют не только закреплению теоретических знаний, но и развитию, профессиональных умений, облегчающих процесс профессионального становления.

#### Библиографический список

1. Кругликов В.Н., Платонов Е.В., Шаранов Ю.А., Кругликов В.Н. Деловые игры и другие методы активизации познавательной деятельности. 2014. -189 с.
2. Каченя Г.М., Штолер Н.Н., Япринцева К.Л. Активные и интерактивные формы обучения. Челябинск, 2015. -130 с.





## ЎЗБЕКИСТОН КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ ТАРИХИДАН



**Темиров Ф.,**  
НавДПИ тарих факультети  
“Тарих ўқитиш методикаси”  
кафедраси профессори,  
тарих фандари доктори.



**Жунаев З.Б.,**  
НавДПИ тарих факультети  
“Тарих ўқитиш методикаси”  
кафедраси ўқитувчиси.



**Одинаева З.Б.,**  
НавДПИ тарих факультети  
“Тарих ўқитиш методикаси”  
кафедраси ўқитувчиси.

*Территория Узбекистана богата полезными ископаемыми, во многих местностях Зарафшанской долины с древнейших времен развивается горнорудное дело. В статье приводятся свойства некоторых редких драгоценных камней и сведения об учёных историках проводивших исследования в данной сфере.*

**Опорные слова:** каменный век, Зарафшанская долина, золото, фосфоритовые и урановые месторождения, подземные богатства, учёные археологи, древний город, рельеф.

*The territory of Uzbekistan is rich in mineral resources, in many localities of the Zarafshan Valley mining work has been developing since ancient times the properties of some rare gemstones and information about the scientific historians who conducted research in this field are given.*

**Key words:** Stone Age, Zarafshan Valley, gold, phosphorite and uranium deposits, underground riches, scientist archaeologists, ancient city, relief.

*Азим Зарафшон воҳасида, беҳисоб табиий бойликлар макони бўлган Қизилқум минтақасида жойлашган Навоий вилояти, таъбир жоиз бўлса мамлакатимизнинг дуру жавоҳирлар хазинасидир.*

*Шавкат МИРЗИЁЕВ [1].*

Зарафшон худуди қадимдан маданий ўлкалардан бири бўлиб, инсоният тараққиётининг тош даври, илк ўрта асрларда ва кейинги минг йиллик даврида нафақат сиёсий, иқтисодий, ижтимоий балки металлургия соҳасидаги қончилик ишларининг ҳам марказларидан бири бўлган. Тарихий-жўрофик ўрни жиҳатидан Зарафшон воҳасига Марказий Самарқанд, Ғарбий Бухоро, Жанубий Қашқадарё қирган. Қуйи Зарафшон воҳаси деганда эса, географик нуқтаи назардан ҳозирги Бухоро, Навоий Самарқанд вилоятлари худудлари қиради. Ўзбекистон Республикасининг Биринчи Президенти И.А. Каримовнинг 1998 йил Навоий вилоятлари фаоллари билан бўлган учрашувида қўплаб илмий ва ашёвий далилларга асосланиб, Қуйи Зарафшон воҳаси тарихи ҳам қадимий Ватанимиз тарихининг узвий бир бўлаги эканлигини, шу маънода бу ердаги ҳар бир обида, қарвонсарой ва рабобат биз учун муътабар бўлиб, уларни асраб-авайлашимиз, ўрганишимизга даъват этади, деб таъкидлаган эди [2]. Ватанимизнинг катта, яхлит тарихини қуйи

Зарафшон воҳаси тарихисиз мукамал билиб бўлмастеклигини мамнуният билан таъкидлаб, истиқлол шароитида Ватан тарихини нафақат борлигича бўлганидай, балки ҳаққоний, холисона ўрганишга қўп минг йилликлардаёқ эришилди. Шу нуқтаи назардан кичик эътибордан четта қолиб келаётган, аммо муҳим илмий, маънавий-тарбиявий аҳамиятга эга бўлган маконлари, қишлоқлари, қўрғон-у рабобатлари, уларда умургузаронлик қилган улуғ аждодларимиз тарихи ҳам масулият билан ўрганилмоқда. Шу ўринда Ватан тарихи тобора кенгайиб, бойиб бормоқда. Зарафшон воҳаси милоддан аввалги минг йилликлардаёқ бепоён саховатли замин: дарёларнинг яқин жойда бўлганлиги сунъий суғоришга қулай серунум деҳқончилик худудлари, тоғ ён бағирларида жойлашганлиги нуқтаи-назаридан хунармандчилик, қончилик худудларидан ҳисобланган [3]. Зарафшон воҳаси инсониятнинг энг қадимги бешиқларидан бўлиб, табиий қонларга жуда бой худудлардан биридир. Бу ерда олтин, қумуш,



вольфрам, молибден, графит, фосфорит, олмос, сурма, рутут, қўйингки Менделеев даврий системасидаги элементларнинг қарийб ҳамма элементлари мавжуд. Қуйи Зарафшон воҳасидаги кон-металлургия саноати тарихининг ўзи бир тарих. Унинг тарихи мозийдан сўйлайди. Ана шу ҳудуд тош даври (6-4 минг йил) ва темир давридан буён маданларга бой макон сифатида тарих зарварақларига битилган. Навбахор тумани заркокил Зарафшоннинг зилол сувига жаннатий юзини ювиб турган қадим ажодларимизнинг бой маданий ҳаёти ҳақида маълумот берувчи ноёб тарихни ўз бағрига сақлаб келаётир. Навбахор тумани ҳудудида жойлашган “Қалқонога” аҳоли яшайдиган манзилдан топилган ёдгорликлар мажмуаси мил. авв. VI ва милоннинг I-V асрларидаги халқлар ҳаётига мансубдир. Таниқли археологлар Я. Ғуломов, А. Муҳаммаджонов томонидан олиб борилган тадқиқотлар натижасида бу манзилдаги қадимий кўрғонлардан топилган сопол идишлар, темир пичоқлар, мис, бронза, нефрит тақинчоқлар, оҳра бўёғининг қолдиқлари, шунингдек бошқа анжомлар, “Учтуғ”, “Ижанд” шахталаридан жигарранг чакмоқтошдан ясалган болта, пичоқ, найза учи каби қуроқлар ва мунчоқларни топилиши археологларимиз томонидан бу ашёвий далиллар ўрганилиб, мазкур жойда аҳолининг хунармандчилик ҳамда кончилик сирларидан ҳабардор бўлиб, саховатли заминимиздан қазиб олинган металл билан таниш бўлганлигидан далолат беради.

Вилоятимизнинг афсонавий туманларидан бири Нуратодир. Бу манзил қадим-қадимдан Қалъайи Нур номи билан маълум ва машҳур. Герадот ўзининг “Тарих” китобида “Орол денгизидан Нурато тоғларига чача бўлган масофада темир, қумуш, олтин, мис ниҳоятда кўп”, Страбон эса “уларнинг мамлакатига қумуш йўқ, темир оз, аммо мис ва олтин ниҳоятда кўп” деган қимматли маълумотлар қолдирганлар.

Дунё сайёҳлари ва олимлари диққат марказида турувчи бу туман ер ости ва ер усти бойликлари бошқа ҳудуддан сифат жиҳатидан фарқ қилади. Искандар Зулқарнайн даврида қурилган қалъаларда Нурато табиий бўлмиш гранит, мрамартошдан фойдаланилган.

1940 йилларда М.Э. Массон бошчилигида археолог олимлар, 1965 йилларда Ю.Ф. Буряков раҳбарлигида археологик олимлар Зарафшон воҳасидаги қадимги шаҳар, қалъа ҳамда тоғ ва тоғ олди рельефларини ўрганиб чиқиб, инсоният тараққиётининг темир даври кон металлургия ишлари авж олганлиги, темир, мис, бронза металларида кундалик ҳаётдан ташқари, ўз даври одамлари уруш ва ов қуроқлари учун фойдаланганликлари тўғрисидаги илмий хулосаларга келдилар [4].

Ваҳоланки, вилоятимиз таркибидаги Конимех, Учқудук, Томди туманлари гарчи поёнсиз чўлларни, саноқсиз қум барҳанлари-ю саксовулзорларни ўз бағрига жо қилган маскан бўлсада, бу ерларнинг ҳам бошқа шаҳар ва қишлоқ сингари қадимий тарихи, азиз авлиёларнинг муқаддас қадамжолари мавжуд. Чунки, бу ерларнинг асосий қисми чўл ҳудудларидан иборат бўлиб, чўлларнинг ер ости ва ер усти табиий бойликлари халқимиз фаровонлиги ва бахт саодати йўлида хизмат қилмоқда.

Зарафшон воҳасида жойлашган Мурунгов, Даугизтов, Қўк-Патас, Амантайтов каби олтин, фосфорит ва уран конлари ҳамда Қизилқум кенгликларининг турли маданга бой маскан эканлигини кўрсатиб турибди.

Юқорида таъкидлаб ўтганимиздек, деярли ҳар бир элемент бу ҳудудда мавжуд десак, муболаға бўлмайди. Зарафшон воҳаси конларидан олинаётган қимматбаҳо маданлар XVI-XIX асрларда Россия давлатини қизиқтириб келди. 1713 йилда Трушников рус подшоси Пётр I га “қирғиз чўлларидан кўчманчи халқлар Амударё қумларидан олтин ювиб оладилар” деб хат ёзади. Аммо ўрта асрларда ушбу юрт мадан захираларини сир сақлаб келган. XIX асрнинг иккинчи ярмига келиб Чор Россияси, сўнгра собиқ иттифок даврида юртимиз тупроғидан қазиб олинган ушбу қимматбаҳо бойликлар зўравонларча ташиб кетилган.

Мустақиллигимиз шарофати ила ушбу ер ости ва ер усти бойликларимиз мамлакатимизнинг иқтисодий салоҳиятини оширишга, мустақиллигимизни янада мустаҳкамлашга хизмат қилаётир.

#### Библиографик рўйхат

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олийжаноб халқимиз билан қураимиз. - Т.: “Ўзбекистон”, 2017. -111 б.
2. Каримов И.А. Озод ва обод ватан, эркин ва фаровон ҳаёт барпо этиш – пировард мақсадимиз. 8-том, Т.: “Ўзбекистон”, 1999. -158 б.
3. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Бухоро озиқ-овқат ва енгил саноат технологияси институтида “Тарихий хотира – маънавият асоси” маъзуида ўтказилган республика илмий-назарий конференция материаллари. Бухоро, 2009. -183 б.
4. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги Бухоро озиқ-овқат ва енгил саноат технологияси институтида “Тарихий хотира – маънавият асоси” маъзуида ўтказилган республика илмий-назарий конференция материаллари. Бухоро, 2009. -185 б.



## ТУХТАШЕВ БАХОДИР ТУХТАШЕВИЧ

(к 70-летию со дня рождения)

Тухташев Баходир Тухташевич родился 15 марта 1948 г. Тухнашев Б.Т. вырос в Пахтачинском районе Самаркандской области и своей чуткостью и отличной успеваемостью радовал не только своих родителей, но и учителей. Успешно окончив школу, в 1966 г. поступил в Ташкентский политехнический институт (ныне Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова). Окончив в 1971 г., получил специальность горного инженера.

Отслужив армию сапером в Киевском военном округе, трудовую деятельность начал в 1973 г. механиком Зиаддинского щебеночного завода. В то время не были созданы достаточные условия, в связи с чем ощущалась острая нехватка квалифицированных специалистов. В 1974 г. став начальником горного отдела, под его руководством был изучен опыт Иркутского щебеночного завода. В результате улучшений были приобретены мощные грузоподъемные техники.

В 1974 г. Тухташев Б.Т. был назначен главным инженером Зиаддинского щебеночного завода, а в 1988 г. председателем, где проработал до 2008 г. В 1997 г. данное предприятие было переименовано в АО “Гранит” ГАЖДК “Ўзбекистон темир йуллари”.

Под его руководством АО “Гранит” превратилось в одну из мощных предприятий Средней Азии по выпуску щебеночных материалов. Щебень доставлялась во многие города Средней Азии, продукция использовалась при укладке дорог и строительстве неповторимых, красивых и качественных зданий.

Тухташев Б.Т. принимал активное участие при строительстве железнодорожных участков Тинчлик-Макат и Тошгузар-Бойсун-Кумкурган.

В период председательства Тухташевым Б.Т. освоены месторождения по добыче нерудных строительных материалов и по выпуску дорожного щебня по дорожному полотну и дорожного покрытия в Самаркандской, Бухарской и Навоийской областях. Участвовал при строительстве автомобильных дорог Газли-Мискин, Бухара-Караулбазар, а также ряда железных дорог Республики Узбекистан.

Тухташевым Б.Т. разработаны конкретные рекомендации и предложения, которые явились основой для создания нормативно-технических документов и принятых к внедрению.

В 2008 г. Тухташев Б.Т. назначен начальником перевалочно-рельсовой базы рудника Каракутан Рудоуправления ГМЗ-1 Навоийского горно-металлургического комбината, где проработал до 2017 г.

Наряду с практической деятельностью Тухташев Б.Т. активно участвует в подготовке кадров: являлся председателем государственной аттестационной комиссии на кафедре «Горное дело» Навоийского государственного горного института. Является автором ряда изобретений и более 10 научных статей и методик.

Труд Тухташева Б.Т. достойно отмечен Правительством Республики Узбекистан. Он награжден медалью “За отвагу на пожаре” (1972 г.), знаком “Почетный железнодорожник” (1991 г.), памятной медалью “Мустакиллик” (1992 г.), медалью “Ўрта Осиё темир йўлига 100 йил” (1998 г.), медалью “Шухрат” (2004 г.), памятной медалью “Ўзбекистон Республикаси мустақиллигига 15 йил” (2006 г.).

*ГП “Навоийский горно-металлургический комбинат”, АО “Гранит” ГАЖДК “Ўзбекистон темир йуллари”, Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, Навоийский государственный горный институт, редакционный совет научно-технического и производственного журнала “Горный вестник Узбекистана”, а также научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги сердечно поздравляют Тухташева Баходира Тухташевича с 70-летним юбилеем и желают ему крепкого здоровья, семейного счастья и новых успехов на благо прогресса и процветания Республики Узбекистан!*



В Издательстве «Фан» Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент вышла монография «Начало промышленного применения нанотехнологий в недропользовании» авторов: доктора технических наук, профессора К.С. Санакулова, доктора технических наук, профессора А.Е. Воробьева, доктора технических наук, проф. Ю.Д. Норова. Под общей редакцией Заслуженного работника промышленности Республики Узбекистан, проф. К.С. Санакулова.

В монографии рассмотрена история развития нанотехнологий. В частности, освещено развитие нанотехнологии в Древнем Египте, Риме, Китае, Средневековой Европе, которые являлись очагами человеческой цивилизации. В книге также особо подчеркнута роль Средней Азии в развитии нанотехнологий. Особое освещение в работе получил технологический процесс производства Самаркандской бумаги – одного из самых качественных продуктов своего времени в мире. Также в монографии рассмотрены горно-технологические факторы эффективности производства на предприятиях ТЭК, обеспечивающие возможность существенного снижения издержек на основе применения таких наукоемких и перспективных технических решений, как различные нанотехнологии.

Монография будет полезна широкому кругу специалистов, занимающихся разработкой нанотехнологий, научным, инженерно-техническим работникам, магистрантам, аспирантам, докторам, специализирующимся в вопросах нанотехнологий.

***Редакционный совет научно-технического и производственного журнала  
«Горный вестник Узбекистана».***



## ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИЙ

Решениями ВАК при Кабинете министров Республики Узбекистан от 28 декабря 2017 г. присвоена учёная степень доктора технических наук Самадову Алишеру Усмановичу – директор Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (научный консультант - заслуженный работник промышленности Республики Узбекистан, доктор технических наук, профессор Санакулов К.С.) по специальности 04.00.14 – “Обогащение полезных ископаемых” и Тошеву Жавохиру Буриевичу - декану факультета энергетики Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (научные консультанты – доктор технических наук, профессор Норов Ю.Д. и доктор технических наук Стеклянов Б.Л.) по специальностям - 04.00.10 - «Геотехнология (открытая, подземная и строительная)» и 04.00.11 - «Технология бурения и сооружения скважин».



Диссертационная работа Самадова А.У. направлена на разработку и создание технологии по переработке техногенных образований горно-металлургических производств путем разработки способов извлечения золота, серебра, железа и диоксида кремния, обеспечивающих увеличение производства цветных, благородных и черных металлов в металлургической отрасли.

Разработанная технология переработки отвальных шлаков внедрена на медеплавильном заводе Алмалыкского горно-металлургического комбината (справка Алмалыкского горно-металлургического комбината № 01-07/2076 от 19 ноября 2016 г.). Результаты полученной технологии позволили дополнительно получить железо, диоксид кремния, благородные и цветные металлы.



Диссертационная работа Тошева Ж.Б. посвящена разработке новых конструкций буровых долот, позволяющих бурить скважины в широком диапазоне пород по крепости и в глинисто-бентонитовых породах.

Разработанная конструкция буровых долот внедрена на карьере «Ташкура» Центрального рудоуправления Государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат». Внедрение научных результатов позволило обеспечить импортозамещение буровых шарошечных долот и увеличить производительность и экономическую эффективность буровой техники.



Поперечникова О.Ю. поступила в 2002 г. в Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова. В период своего обучения в университете Ольга Юрьевна занималась научно-исследовательской работой и неоднократно выступала с докладами на научных конференциях. Окончив университет в 2007 г., поступила на работу в научно-производственное объединение «РИВС», где прошла путь от инженера-технолога до руководителя научно-исследовательской лаборатории «Обогащение минерального сырья».

В 2013 году поступила в заочную аспирантуру, на кафедру «Обогащение и переработка полезных ископаемых и техногенного сырья» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Министерства образования и науки Российской Федерации.

В 2018 году окончила аспирантуру и защитила диссертацию по теме «Разработка технологии обратной катионной флотации окисленных железистых кварцитов» и получила учёную степень кандидата технических наук. Данная работа прошла апробацию в полупромышленных условиях и защищена двумя патентами.

***ГП Навоийский горно-металлургический комбинат, Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова, Навоийский государственный горный институт, а так же научно-техническая общественность горно-металлургической промышленности, друзья и коллеги поздравляют Самадова А.У., Тошева Ж.Б. с присвоением учёной степени доктора технических наук и Поперечникову О.Ю. с присвоением учёной степени кандидата технических наук и желают им крепкого здоровья и новых творческих успехов!***